

**PENGARUH KARAKTERISTIK FISIKA DAN KIMIA TANAH
TERHADAP PERTUMBUHAN SAWI DI DESA BAHWAY KECAMATAN
BALIK BUKIT KABUPATEN LAMPUNG BARAT**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
dalam Ilmu Fisika**

Oleh

**EKA SEPTIYANI
NPM : 1511090134**

Jurusan : Pendidikan Fisika



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1440 H/ 2019 M**

**PENGARUH KARAKTERISTIK FISIKA DAN KIMIA TANAH
TERHADAP PERTUMBUHAN SAWI DI DESA BAHWAY KECAMATAN
BALIK BUKIT KABUPATEN LAMPUNG BARAT**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
dalam Ilmu Fisika**

Oleh

**EKA SEPTIYANI
NPM: 1511090134**



Pembimbing I : Ida Fiteriani, M.Pd

Pembimbing II : Welly Anggraini, M.Si

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1440 H/2019 M**

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh bagaimana karakteristik fisika kimia tanah terhadap pertumbuhan sawi dan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi pertumbuhan sawi.

Bentuk penelitian ini adalah eksperimen murni (*true eksperimen*), dengan menggunakan jenis penelitian *Factorial Design*. Analisis data yang digunakan adalah Anova satu jalur (*one way anova*) yang dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 perlakuan dan 2 kali ulangan. Perlakuan tersebut, yaitu : P1 = 100% pupuk organik, P2 = 100% pupuk anorganik, P3 = 50% pupuk organik + 50% pupuk anorganik dan terdapat kelompok kontrol K = tanpa perlakuan.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa tekstur tanah bertekstur lempung berpasir dengan pH P1 = 5,53, P2 = 5,79, P3 = 5,50 dan kontrol = 6,20. Untuk nilai P tersedia P1=188,31 ppm, P2=7,44 ppm, P3=113,62 ppm, dan kontrol=2,48. Sedangkan untuk ketersediaan Kapasitas Tukar Kation (KTK) P1 = 22,56 me/100g, P2 = 21,80me/100g, P3 = 23,19 me/100g, dan kontrol = 23,75 me/100g. Penggunaan pupuk yang tepat memiliki pengaruh untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sawi. Pada perlakuan P3 memiliki pengaruh besar terhadap hasil pengamatan seperti tinggi tanaman (16,63 cm), jumlah helai daun (6,6 helai), dan warna daun (6,25).

Kata kunci : Fisika Kimia Tanah, Sawi



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **PENGARUH KARAKTERISTIK FISIKA DAN KIMIA
TANAH TERHADAP PERTUMBUHAN SAWI DI DESA
BAHWAY KECAMATAN BALIK BUKIT KABUPATEN
LAMPUNG BARAT**

Nama Mahasiswa : **Eka Septiyani**
NPM : **1511090134**
Jurusan : **Pendidikan Fisika**
Fakultas : **Tarbiyah dan Keguruan**

MENYETUJUI

Telah dimunaqosyah dan dipertahankan dalam sidang munaqosyah Fakultas Tarbiyah
dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Bandar Lampung, 3 Januari 2020

Pembimbing I


Ida Fiteriani, M.Pd
NIP. 198206242011012004

Pembimbing II


Welly Anggraini, M.Si
NIP. 2002128602

Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika


Dr. Yuberti, M.Pd
NIP. 197709202006042011



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin, Sukarame, Bandar Lampung 35131 Telp. (0721) 783260

PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul: **PENGARUH KARAKTERISTIK FISIKA DAN KIMIA TANAH TERHADAP PERTUMBUHAN SAWI DI DESA BAHWAY KECAMATAN BALIK BUKIT KABUPATEN LAMPUNG BARAT**. Disusun Oleh **EKA SEPTIYANI, NPM. 1511090134**, Jurusan Pendidikan Fisika telah dimunaqsyahkan dan diterima dalam rangka penyusunan skripsi, pada Hari/Tanggal : Jum'at/3 Januari 2020.

TIM DEWAN PENGUJI

Ketua : Dr. Nanang Supriadi, M.Sc.

Sekretaris : Happy Komikesari, M.Si.

Pembahas Utama : Dr. Mohammad Muhassin, M.Hum.

Pembahas Pendamping I : Ida Fiteriani, M.Pd

Pembahas Pendamping II : Welly Anggraini, M.Si.

Bandar Lampung, 3 Januari 2020

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd

NIP. 196408281988032002

MOTTO

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ
تُسِيمُونَ ۝ ١٠

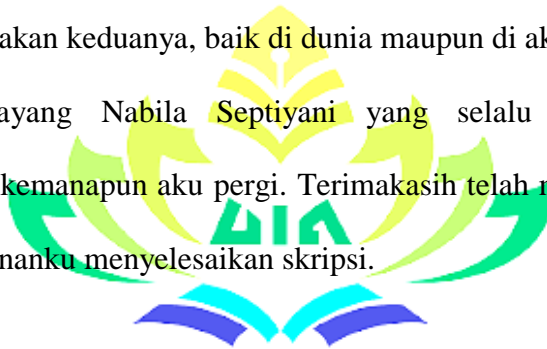
Artinya: “Dialah, Yang telah menurunkan air hujan dari langit untuk kamu, sebahagiannya menjadi minuman dan sebahagiannya (menyuburkan) tumbuh-tumbuhan, yang pada (tempat tumbuhnya) kamu menggembalakan ternakmu”. (Q.S, An-Nahl :10).



PERSEMBAHAN

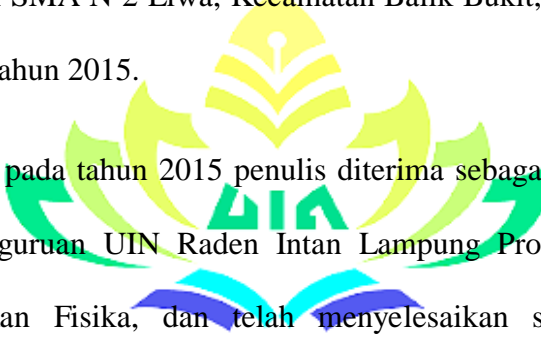
Dengan mengharapkan ridho Allah SWT dengan rahmat dan hidayah-Nya serta dengan curahan cinta, skripsi ini kupersembahkan untuk orang-orang yang memberikan arti penting dalam hidupku.

1. Ayahanda Sukani dan Ibunda Sumiyannah yang tercinta yang telah membesarkan dan mendidik dengan penuh kasih sayang dan kesabaran, yang mengajarkanku arti kehidupan dalam naungan ridho Allah dan tidak henti-hentinya selalu mendoakan akan keberhasilanku, mudah-mudahan Allah SWT memuliakan keduanya, baik di dunia maupun di akhirat kelak.
2. Adikku tersayang Nabila Septiyani yang selalu menyemangati dan menemaniku kemanapun aku pergi. Terimakasih telah menjadi bagian utama dalam perjalananku menyelesaikan skripsi.



RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Eka Septiyani dilahirkan di Desa Bahway pada tanggal 16 September 1996, anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan ayah bernama Sukani dan Ibu bernama Sumiyanah. Penulis mengawali pendidikan pada Sekolah Dasar Negeri di SD N 2 Bahway, Kecamatan Balik Bukit, Kabupaten Lampung Barat, lulus pada tahun 2009. Kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMP N 4 Liwa, Kecamatan Balik Bukit, Kabupaten Lampung Barat, lulus pada Tahun 2012. Kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Atas di SMA N 2 Liwa, Kecamatan Balik Bukit, Kabupaten Lampung Barat, lulus pada tahun 2015.



Kemudian pada tahun 2015 penulis diterima sebagai mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung Program Strata 1 (satu) Jurusan Pendidikan Fisika, dan telah menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Karakteristik Fisika dan Kimia Tanah Terhadap Pertumbuhan Sawi di Desa Bahway Kecamatan Balik Bukit Kabupaten Lampung Barat”.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah memberikan hidayah, ilmu pengetahuan, kekuatan dan petunjuknya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta para sahabat, keluarga, dan pengikutnya yang setia dan taat pada ajaran agama Allah SWT.

Skripsi ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana pada program Strata satu (S1) Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung. Judul yang diajukan adalah **“Pengaruh Karakteristik Fisika dan Kimia Tanah Terhadap Pertumbuhan Sawi di Desa Bahway Kecamatan Balik Bukit Kabupaten Lampung Barat”**. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dan kekeliruan, ini semata-mata karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang penulis miliki.

Dalam penyelesaian skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan, serta saran dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menghaturkan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
2. Ibu Dr. Yuberti, M.Pd selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung. Ibu Sri Latifah, M.Sc

selaku Seketaris Jurusan Pendidikan Fisika dan segenap bapak ibu dosen Pendidikan Fisika yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis.

3. Ibu Ida Fiteriani, M.Pd selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, do'a dan kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Welly Anggraini, M,Si selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta motivasi kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung, yang telah memberikan berbagai macam disiplin ilmu pengetahuan yang sangat membantu terselesainya skripsi ini.
6. Orang tua, kakak, ayuk dan keluarga besar atas jasa-jasanya, kesabaran dan do'a, serta tidak pernah lelah dalam mendidik dan memberikan cinta, kasih sayang yang tulus dan ikhlas kepada penulis.
7. Bapak Supriyadi dan Ridwan, sebagai petani sayuran Desa Bahway yang telah membantu kelancaran penulis dalam penelitian.
8. Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2015 khususnya kelas B, sahabat-sahabatku (Leo Irawan, Fitria, Jhelin Pratiwi, Umi Nikmatul Fauziyah, Panca Anggun Riana, Indri Yati) terima kasih atas dukungan dan doanya serta kebersamaannya.
9. Almamater tercinta Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Kampung yang telah mendewasakanku dalam berpikir dan bertindak.

Semoga bantuan yang tulus dari berbagai pihak, mendapatkan imbalan dari Allah SWT. Dengan mengucapkan Alhamdulillahirabbil'Alamin, penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, khususnya dan pembaca pada umumnya.

Aamiin Yaroba'Alamin.

Bandar Lampung, Desember 2019

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
ABSTRAK	iii
PERSETUJUAN	iv
PENGESAHAN	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Pembatasan Masalah.....	7
C. Rumusan Masalah.....	7
D. Tujuan Penelitian	8
E. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tanah	9
1. Pengertian Tanah.....	10
2. Jenis-Jenis Tanah	13
3. Sifat Tanah	15
4. Proses Pelapukan	17
5. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kesuburan Tanah.....	23
B. Klasifikasi Tanah	35
1. Pengertian	35
2. Karakteristik/Indikator	36
3. Hubungan Kesuburan Tanah Fisika dan Kimia	47
4. Kekurangan/Kelebihan.....	48
C. Tanaman Sawi.....	50
1. Pengertian	50
2. Macam-Macam Sawi	52
3. Manfaat Tanaman Sawi	54
4. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Sawi.....	55
D. Kerangka Berpikir.....	58
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	60
B. Jenis Penelitian.....	60
C. Alat dan Bahan.....	62
D. Cara Kerja	62

E. Variabel Pengamat	65
F. Instrumen Penelitian	65
G. Analisis Data	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Data Hasil Penelitian.....	70
B. Analisis Data	74
C. Pembahasan.....	80
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	85
B. Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

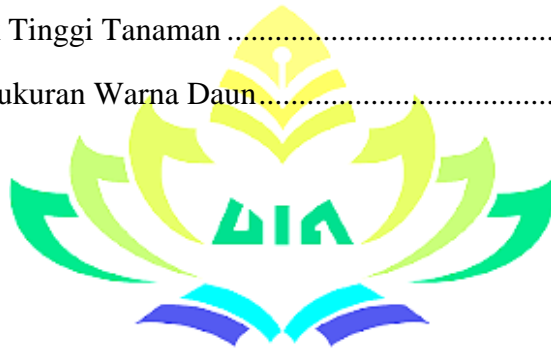
	Halaman
Tabel 1 Butiran Tanah Menurut <i>American Standard Testing and Material</i> (ASTM).....	14
Tabel 2 Unsur Hara Esensial untuk Tumbuhan Tingkat Tinggi dan Konsentrasi Internal yang Dianggap Berkecukupan	25
Tabel 3 Penggolongan Unsur Hara Tanaman	26
Tabel 4 Kandungan Unsur Hara Pupuk Organik	33
Tabel 5 Beragam Merek dan Kandungan Unsur Hara Pupuk Akar yang Beredar di Pasaran	34
Tabel 6 Kandungan Hara Beberapa Merek Pupuk Daun	35
Tabel 7 Proporsi Fraksi Menurut Kelas Tekstur Tanah	38
Tabel 8 Pedoman Umum untuk Mengidentifikasi Jenis Unsur yang Berada dalam Kondisi Kekurangan pada Tanaman	49
Tabel 9 Kandungan dan Komposisi Gizi Sawi Tiap 100 gram Bahan.....	51
Tabel 10 Perlakuan yang diberikan pada Tanaman Sawi	65
Tabel 11 Rangkuman Anova.....	68
Tabel 12 Rata-Rata Tinggi Tanaman	71
Tabel 13 Jumlah Helai Daun.....	71
Tabel 14 Warna Daun	73
Tabel 15 Tekstur Tanah.....	73
Tabel 16 Sampel Kimia Tanah.....	74
Tabel 17 Uji Normalitas.....	75
Tabel 18 Uji Homogenitas	76
Tabel 19 Uji ANOVA Tinggi Tanaman Sawi.....	77
Tabel 20 Uji ANOVA Jumlah Helai Daun	77
Tabel 21 Uji ANOVA Warna Daun	78
Tabel 22 Uji BNT Tinggi Tanaman	78

Tabel 23 Uji BNT Jumlah Hela Daun.....	79
Tabel 24 Uji BNT Warna Daun	80



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Pembagian Tanah Berdasarkan Lapisan Horizon.....	16
Gambar 2 Kartu Munsell	43
Gambar 3 Tanaman Sawi	52
Gambar 4 Sawi Hijau	52
Gambar 5 Jenis-Jenis Sawi Sendok.....	53
Gambar 6 Sawi Putih.....	54
Gambar 7 Kerangka Berpikir	59
Gambar 8 Tinggi Tanaman Sawi.....	70
Gambar 9 Grafik Tinggi Tanaman	71
Gambar 10 Pengukuran Warna Daun.....	72



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tabulasi Data Pertumbuhan.....	92
Lampiran 2 Nilai Rata-Rata Pertumbuhan awi	98
Lampiran 3 Perhitungan Uji ANOVA dan Uji BNT	99
Lampiran 4 Dokumentasi	102
Lampiran 5 Surat-Surat	106



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Mulai Awal abad ke-17, era baru melambangkan dimulainya penelitian tentang pertanian. Hal ini dibuktikan dengan adanya suatu percobaan dengan menggunakan pohon willon. Percobaan ini dilakukan oleh seorang ilmuwan yang bernama Van Helmont dari Inggris. Namun, kesimpulan dari hasil percobaan yang dilakukan Van Helmont ini keliru, sehingga muncullah seorang ahli kimia Jerman, yaitu Justus Freiherr Von Liebig yang berpengaruh besar dalam mengembangkan ilmu pertanian dan kimia biologi.¹ Pertanian merupakan kegiatan yang memanfaatkan sumber daya alam dengan cara mengelola tanah.

Tanah adalah salah satu sumber daya yang penting bagi kehidupan di alam semesta ini. Tanah merupakan suatu media tanam, selain itu tanah juga menyediakan air, udara dan nutrisi yang dibutuhkan oleh makhluk hidup. Melalui pemanfaatan tanah seperti pertanian dan produksi biomasa, sumber daya tanah dapat menghasilkan pangan, pakan, sandang, papan dan bio-energi yang dapat mendukung kehidupan manusia. Terkait ketergantungan manusia terhadap tanah ini telah ditegaskan oleh Allah SWT. yaitu di dalam QS. Al-A'raf ayat 58 yang berbunyi:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرِجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبَتْ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا
كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ٥٨

¹ Muhajir Utomo Sudarsono, dkk, *Ilmu Tanah Dasar-Dasar dan Pengelolaan* (Jakarta: PT Aditya Andrebina Agung, 2016). h. 10-11.

Artinya: “ Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan izin Allah; dan tanah yang buruk, tanaman-tanamannya yang tumbuh merana. Demikianlah, kami menjelaskan berulang-ulang tanda-tanda kebesaran (kami) bagi orang-orang yang bersyukur.” (Q.S. Al-A'raf : 58).²

Dari ayat di atas, telah dijelaskan tentang kesuburan tanah yang merupakan salah satu media tanam. Tanah merupakan peran penting dalam usaha pertanian bagi pertumbuhan dan produksi tanaman. Jika tanah diperhatikan dengan baik, maka keinginan dari usaha pertanian akan terwujud, apabila keseimbangan antara pengambilan hasil dan pemeliharaan tanah sesuai. Kesuburan tanah merupakan hubungan sifat fisika, kimia, dan biologi yang diperlukan tanaman untuk tumbuh dan berkembang.

Karakteristik profil tanah dan sifat tanah ini dapat dilihat dari sifat fisika, kimiawi maupun biologi. Fisika tanah adalah cabang dari ilmu tanah, dimana mempelajari tentang sifat-sifat fisik tanah, pengukuran fisik tanah dan proses fisika yang terjadi di dalam tanah. Adapun sifat fisika tanah, yaitu tekstur, struktur, warna tanah, dan lain-lain.³ Sifat kimia tanah, yaitu pH tanah, kandungan bahan organik, kandungan nitrogen, dan lain-lain.⁴ Sedangkan sifat biologi tanah, yaitu nitrogen, mikroorganisme dan bahan organik.⁵ Adapun hubungan fisika dan kimia ini tidak dapat dipisahkan satu dengan yang lain. Seperti halnya pada proses pelapukan yang terjadi melalui dua mekanisme, yaitu pelapukan fisik dan

² Departemen Agama RI.

³ Delsiyanti, Danang Widjajanto, dan Ulfiyah A Rajamuddin, 'Sifat Fisika Tanah pada Beberapa Penggunaan Lahan di Desa Oloboju Kabupaten Sigi', *Jurnal Agrotekbis*, Vol.3.No.4 (2016). h. 229.

⁴ Abdul Rahmi dan Maya Preva Biantary, 'Karakteristik Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburan Tanah Lahan Pekarangan dan Lahan Usaha Tani Beberapa Kampung di Kabupaten Kutai Barat', *Jurnal Pertanian*, 39.No.1 (2014). h. 229.

⁵ Daniel Matondang, T Sabrina, dan Hardy Guchi, 'Evaluasi Sifat Biologi Tanah Tanaman Kopi *Arabica Plants Areas (Coffea Arabica L.)* Kecamatan di Kabupaten Mandailing Natal', *Jurnal Agroekoteknologi*, Vol.3.No.4 (2015). h. 517.

pelapukan kimiawi. Pelapukan fisik merupakan proses pelapukan secara fisika tanpa mengubah komposisinya. Sedangkan pelapukan kimiawi merupakan proses pelapukan massa batuan yang disertai perubahan struktur kimiawi batuan.⁶ Pada proses pelapukan kimiawi akan menghasilkan kadar beberapa unsur kimiawi penyusun lithosfer, dimana pada unsur-unsur ini merupakan unsur-unsur esensial tanaman. Dengan adanya unsur-unsur esensial tanaman ini, maka akan memperbaiki sifat tanah, sehingga kesuburan tanah akan meningkat dan dapat menghasilkan tanaman yang baik, salah satunya adalah tanaman sawi.

Tanaman sawi adalah salah satu jenis sayuran yang sangat populer di Indonesia. Sawi ini mengandung banyak gizi, sehingga baik untuk kesehatan tubuh. Sayuran sawi merupakan tanaman yang sangat mudah untuk ditanam, baik pada daerah dataran rendah maupun dataran tinggi. Namun, tanaman sawi lebih cocok ditanam pada dataran tinggi dengan ketinggian 5-1200 meter di atas permukaan laut (mdpl).⁷

Secara geografis Kabupaten Lampung Barat terletak pada koordinat: 4°,47',16 -5°, 56', 42 Lintang Selatan dan 103°,35',8" – 104°,35',51" Bujur Timur. Sedangkan secara topografi Kabupaten Lampung Barat terbagi menjadi tiga unit, yaitu daerah dataran rendah dengan ketinggian 0-600 meter dari permukaan laut, dataran berbukit dengan ketinggian 600-1000 meter dari

⁶ Y. Sri Pujiastuti, T. D. Haryo Tamtomo, dan N. Suparno, *IPS Terpadu 1A untuk SMP dan MTS Kelas VII Semester 1* (Jakarta: Esis, 2007). h. 98.

⁷ H, Aniatul, *Panduan Lengkap dan Praktis Budidaya Sayuran yang Paling Menguntungkan* (Jakarta: Garuda Pustaka, 2018). h. 39.

permukaan laut, dan dataran tinggi dengan ketinggian 1000-2000 meter dari permukaan air laut.⁸

Kecamatan Balik Bukit merupakan 1 dari 25 Kecamatan yang terletak di Kabupaten Lampung Barat. Kecamatan Balik Bukit ini terbagi menjadi 12 Desa salah satunya adalah Desa Bahway. Desa Bahway memiliki satu pertiga wilayah dengan dataran hampir rata dan berbukit, sedangkan 6024 ha merupakan luas wilayah Desa dengan peruntukan lahan, yaitu tanah sawah seluas 1150 ha, tanah kering dengan luas 34 ha, tanah hutan dengan luas wilayah 3116 ha, dan tanah perkebunan dengan luas 1707 ha. Mata pencaharian penduduk Desa, yaitu 60% tani, 20% buruh, 9% wiraswata, 9% pedagang, 1% PNS, dan 1% TNI/POLRI.⁹

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang dilakukan peneliti melalui wawancara dengan 20 para petani di Desa Bahway dan Perangkat Desa didapatkan bahwa 90% petani hanya mengandalkan hasil pertanian saja tanpa ada penghasilan lainnya. Sedangkan hasil pertanian selalu tidak menentu dalam setiap tahunnya. Hasil pertanian ini bisa naik bahkan justru mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena faktor cuaca dan harga penjualan hasil panen yang tidak menentu.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya adalah: Kartiana AM, Nuniek Hermita dan Andi Apriany Fatmawati dengan judul *“Perbandingan Sifat Kimia dan Kesuburan Fisik Tanah pada*

⁸ Badan Pusat Statistik Lampung Barat Tahun 2010.

⁹ Dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah Pekon (RPJM-PEKON) Tahun 2016-2021.

*Kondisi Tempat Tumbuh Alami dan Budidaya Talas Beneng (Xanthosoma Undipes. K.Koch) di Kawasan Gunung Karang Kampung Juhut Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten.*¹⁰ Holilullah, Afandi dan Hery Novpriansyah dengan judul “*Karakteristik Sifat Fisik Tanah pada Lahan Produksi Rendah dan Tinggi di PT Great Giant Pineapple*”.¹¹ Tommy D.Sondakh, Doortje M.F Sumampow dan Maria G.M Polii dengan judul “*Perbaikan Sifat Fisik dan Kimia Tiling Melalui Pemberian Amelioran Berbasis Bahan Organik*”.¹² Vidiya Novelin Lubis, Abdul Rauf dan Bintang dengan judul “*Karakteristik Fisika Tanah pada Beberapa Tegakan di Subdas Petani Kabupaten Deli Serdang Sumatra Utara*”.¹³ Exze Erizilina, Prijanto Pamoengkas dan Darwo dengan judul “*Hubungan Sifat Fisik dan Kimia Tanah dengan Pertumbuhan Meranti Merah di KHDTK Haurbentes*”.¹⁴ Putu Agus Aprianstika, I Made Sudana dan I Made Sudarma dengan judul “*Hubungan Sifat Fisika dan Kimia Tanah dengan Persentase Penyakit Layu pada Tanaman Cengkeh (Syzygium Aromaticum L.) yang Disebabkan oleh Jamur Akar Putih (Rigidoporus sp) di Desa Unggahan,*

¹⁰ Kartina AM, Nueniek Hermita, dan Andi Aprianty, ‘Perbandingan Sifat Kimia dan Keseburan Fisika Tanah pada Kondisi Tempat Tumbuh Alami dan Budidaya Talas Beneng (*Xanthosoma Undipes K.Koch*) di Kawasan Gunung Karang Kampung Juhut Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten’, *Jurnal Agroekotek*, (2016).

¹¹ Holilillah, Afandi, dan Hery Novpriansyah, ‘Karakteristik Sifat Fisik Tanah pada Lahan Peroduksi Rendah dan Tinggi di PT *Great Giant Pineapple*’, *Jurnal Agroteknologi*, Vol.3.No.2 (2015).

¹² Toomy D Sondakh, Doortje M.F. Sumampow, dan Maria G.M. Polii, ‘Perbaikan Sifat Fisik dan Kimia Tailing Melalui Pemberian Ameliooran Berbasis Bahan Organik’, *Jurnal Euginia*, Vol.23.No.3 (2017)

¹³ Vidiya Novelin Lubis, Abdul Rauf, dan Bintang, ‘ Karakteristik Fisika Tanah pada Beberapa Tegakan di Subdas Petani Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara’, *Jurnal Agroekoteknologi*, Vol.4.No.3 (2016).

¹⁴ Exze Erizilina, Prijanto Pamoengkas, dan Darwo, ‘ Hubungan Sifat Fisik dan Kimia Tanah dengan Pertumbuhan Meranti Merah di KHDTK Haurbentes’, *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, Vol.8.No.2 (2018).

Kabupaten Buleleng”.¹⁵ La Ode Santiaji Bande, Bambang Hadisutrisno, Susanto Somowiyarjo, Bambang Hendro Sunarminto dan Abdul Wahab dengan judul “Korelasi Fisik dan Kimia Tanah dengan Intensitas Penyakit Busuk Pangkal Batang Tanaman Lada”.¹⁶ Abdul Rahmi dan Maya Preva Biantary dengan judul “Karakteristik Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburan Tanah Lahan Pekarangan dan Lahan Usaha Tani Beberapa Kampung di Kabupaten Kutai Barat”.¹⁷

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, peneliti mendapatkan satu kesimpulan, yaitu kesuburan tanah sangat diperlukan dalam pertanian. Dengan meningkatkan sifat fisika tanah, maka akan secara tidak langsung akan memperbaiki sifat kimia dan biologi tanah. Untuk memperbaiki sifat fisika tanah ini dapat dilakukan dengan cara memberikan pupuk.

Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk memilih judul “ Pengaruh Karakteristik Fisika dan Kimia Tanah Terhadap Pertumbuhan Sawi di Desa Bahway Kecamatan Balik Bukit Kabupaten Lampung Barat”. Selain karakteristik sifat fisika dan kimia sebagai pembeda dari penelitian sebelumnya, peneliti mengambil tanaman sawi untuk diteliti dan parameter yang diamati dari pertumbuhan tanaman sawi ini adalah tinggi tanaman, jumlah daun, dan warna

¹⁵ Putu Agus Aprianstika, I Made Sudana, dan I Made Sudarma, ‘Hubungan Sifat Fisika dan Kimia Tanah dengan Persentase Penyakit Layu pada Tanaman Cengkeh (*Syzygium Aromaticum* L.) yang Disebabkan oleh Jamur Akar Putih (*Rigidoporus* Sp) di Desa Unggahan, Kabupaten Buleleng’, *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, Vol.4.No.1 (2015).

¹⁶ La Ode Santiaji Bande, dkk, ‘Korelasi Sifat Fisik dan Kimia Tanah dengan Intensitas Penyakit Busuk Pangkal Batang Tanaman Lada’. *Jurnal Littri*, Vol.22.No.2 (2016).

¹⁷ Abdul Rahmi, dan Maya Preva Biantary, ‘Karakteristik Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburan Tanah Lahan Usaha Tani Beberapa Kampung di Kabupaten Kutai Barat’, *Jurnal Pertanian*, Vol.39.No.1 (2014).

daun. Selain kandungan gizi sawi sangat baik bagi kesehatan tubuh, alasan lain peneliti mengambil tanaman sawi sebagai objek penelitian, karena tanaman sawi hijau di daerah Bahway memiliki nilai jual yang rendah, kurangnya minat konsumen, sehingga dengan adanya penelitian ini dapat menghasilkan tanaman sawi yang memiliki kualitas yang lebih bagus. Selain itu tanaman diberi 3 perlakuan dan 1 tanpa perlakuan. Perlakuan tersebut, yaitu P1 = 100% pupuk organik, P2 = 100% pupuk anorganik, P3 = 50% pupuk organik + 50% pupuk anorganik dan K=tanpa perlakuan.

B. Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang, agar masalah tidak meluas perlu dibatasi sebagai berikut:

1. Jenis tanaman yang digunakan adalah tanaman sawi.
2. Parameter yang diamati dari pertumbuhan sawi antara lain adalah tinggi tanaman, jumlah daun, dan warna daun.
3. Sifat fisika tanah yang diamati, yaitu tekstur.
4. Sifat kimia tanah yang diamati, yaitu unsur P, pH tanah dan kapasitas tukar kation (KTK).

C. Rumusan Masalah

Rumusan permasalahan yang akan menjadi fokus kajian dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh karakteristik fisika kimia tanah terhadap pertumbuhan sawi?
2. Faktor apa saja yang mempengaruhi pertumbuhan sawi?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui bagaimana karakteristik fisika kimia tanah terhadap pertumbuhan sawi.
2. Untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi pertumbuhan sawi.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini antara lain adalah:

1. Manfaat Secara Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan wawasan pengetahuan, terutama di bidang pendidikan dan pertanian.

2. Manfaat Secara Praktis

- a. Bagi mahasiswa

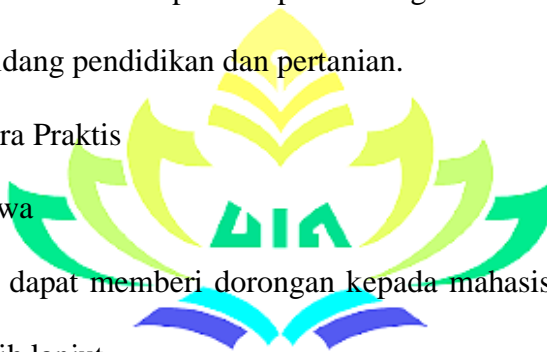
Penelitian ini dapat memberi dorongan kepada mahasiswa untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

- b. Bagi petani

Penelitian ini dapat memberikan informasi kepada petani, sehingga petani dapat bercocok tanam tanpa merusak lingkungan.

- c. Bagi peneliti

Penelitian ini dapat menambah pengetahuan dan sebagai acuan untuk mengembangkan penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah

Tanah adalah bagian paling atas dari litosfer yang secara alamiah merupakan media tumbuh tanaman dan menyediakan unsur hara pada tanaman. Tanah terdiri dari empat bahan utama, yaitu mineral hara yang berasal dari bebatuan yang telah melalui proses pelapukan baik melalui pelapukan fisika, pelapukan kimiawi, dan pelapukan biologi, unsur air, unsur udara, dan komponen bahan organik. Persentase kandungan keempat bahan dasar tanah ini berbeda dalam setiap jenis tanah. Apabila sumber daya tanah memiliki persentase hara yang lebih banyak dari pada bahan organiknya, maka disebut jenis tanah mineral, sedangkan jika bahan organiknya lebih banyak, maka disebut tanah organik (humus). Umumnya tanah dapat menyediakan 13 dari 16 unsur hara esensial yang diperlukan untuk tanaman, terutama tanaman pakan.¹⁸ Unsur hara esensial (*Nutrisi Esensial*) merupakan unsur hara yang penting dan sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan.¹⁹ Unsur hara esensial ini harus terus menerus tersedia dalam takaran yang berimbang. Namun demikian, hal ini tidak selalu terjadi pada semua jenis tanaman. Tanah tidak subur merupakan contoh tanah yang tidak memenuhi syarat tersebut. Sedangkan, tanah subur merupakan contoh tanah yang memenuhi syarat tersebut. Oleh karena itu,

¹⁸ Eko Hadayanto, Nurul Muddarisna, dan Amirullah Fiqri, *Pengelolaan Kesuburan Tanah* (Malang: Tim UB Press, 2017). h. 1.

¹⁹ Nurul Aini, dan Nur Azizah, *Teknologi Budidaya Tanaman Sayuran Secara Hidropinik* (Malang: Tim UB Press, 2018). h. 15.

kesuburan tanah adalah aspek hubungan antara tanah dan tanaman, yaitu hubungan pertumbuhan tanaman dengan unsur hara yang tersedia dalam tanah.²⁰

1. Pengertian Tanah

Ilmu tanah terbagi menjadi dua bagian yaitu, edafologi yang berasal dari Bahasa Yunani, yaitu *edaphos* yang berarti bahan tanah subur dan pedologi yang berasal dari Bahasa Yunani, yaitu *pedo* yang berarti gumpalan tanah. Edafologi adalah ilmu yang mempelajari tanah sebagai habitat mikroorganisme dan medium untuk pertumbuhan tanah. Adapun pedologi adalah ilmu yang mempelajari tanah sebagai entitas geologi.²¹ Manusia, hewan dan tumbuhan tidak terlepas dengan tanah. Tanah merupakan tempat berpijak, selain itu tanah juga dapat difungsikan oleh manusia sebagai upaya mengembangkan sektor perkebunan, pertanian dan kehutanan. Berikut pengertian tanah menurut beberapa ahli tanah sesuai dengan latar belakang kajian bagian tanah.

- a. Menurut James Home, tanah merupakan salah satu sistem Bumi yang berhubungan dengan sistem Bumi lain, seperti udara dan air.
- b. Menurut Wenner, tanah adalah lapisan hitam tipis yang menutupi bahan padat kering. Lapisan ini terdiri atas partikel-partikel kecil yang mudah pecah (remah), sisa-sisa vegetasi dan hewan serta merupakan media tumbuh bagi tanaman.
- c. Menurut A. S. Thaer, tanah merupakan bahan-bahan remah dan lepas-lepas yang merupakan akumulasi serta campuran berbagai bahan terutama terdiri atas unsur Si, Al, Ca, Mg, Fe dan lainnya.

²⁰ Eko Hadayanto, Nurul Muddarisna, dan Amirullah Fiqri, *Loc. Cit.* h. 1.

²¹ Kemas Ali Hanafiah, *Dasar-Dasar Ilmu Tanah* (Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2014). h. 3-4.

- d. Menurut J.J. Berzelius seorang ahli tanah dari Swedia mendefinisikan tanah sebagai laboratorium kimia sebagai tempat proses terjadinya dekomposisi dan reaksi kimia yang berlangsung secara tersembunyi.

Pengertian tanah menurut beberapa ahli tanah dari Indonesia, yaitu:

- a. Menurut M. Isa Darmawijaya (1990), tanah adalah akumulasi tubuh alam bebas yang menduduki sebagian besar permukaan bumi.
- b. Menurut E. Saifudin Sarief, tanah merupakan benda alami di permukaan Bumi yang tersusun dari bahan-bahan mineral sebagai hasil pelapukan batu dan bahan organik (sisa tumbuhan dan hewan). Tanah sebagai media pertumbuhan tanaman dengan sifat-sifat tertentu terbentuk karena sejumlah faktor, seperti iklim, bahan induk, jasad hidup, topografi dan waktu.
- c. Menurut Sitanala Arsyad, mendefinisikan tanah sebagai suatu benda alami heterogen yang terdiri atas komponen-komponen padat, cair dan gas yang memiliki sifat serta perilaku dinamis.

Pengertian tanah menurut beberapa ahli dari Rusia, yaitu:

- a. Menurut C.F. Marbut, mendefinisikan tanah sebagai lapisan luar kulit Bumi yang tidak padu dan gembur serta memiliki sifat tertentu yang berbeda dengan bahan di bawahnya dalam hal warna, struktur, sifat fisika, susunan kimia, sifat biologi dan morfologinya.
- b. Menurut V.V Dokuchaev, tanah merupakan benda alam berdimensi tiga (panjang, lebar dan dalam), terletak di bagian atas kulit Bumi dan memiliki sifat-sifat berbeda dengan bagian bawahnya sebagai hasil kerja interaksi

antara iklim, aktivitas organisme dan bahan induk selama kurun waktu tertentu.

Pengertian tanah menurut beberapa ahli tanah dari Amerika Serikat diantaranya, yaitu:

- a. Menurut E.W. Hilgard, tanah merupakan bahan mudah lepas dan remah, dapat dijelajahi oleh perakaran tanaman untuk mencapai bahan makanan dan sebagai tempat pertumbuhan bagi makhluk hidup lainnya.
- b. Menurut Jacob S. Joffe, tanah adalah benda alam yang tersusun oleh horizon-horizon dan terdiri atas bahan-bahan kimia, mineral, serta bahan organik. Tanah biasanya tidak padu dan memiliki sifat yang dapat dibedakan dalam hal morfologi, fisika, kimia dan biologi.
- c. Menurut *Soil Survey Manual-United States Department of Agriculture*, tanah merupakan sebagai kumpulan tubuh-tubuh alam di permukaan Bumi dan di beberapa tempat diubah atau dibuat oleh manusia menjadi bentuk-bentuk tertentu serta menopang kehidupan sejumlah makhluk hidup.
- d. Menurut William David Thornbury, tanah adalah lapisan sejajar dengan permukaan Bumi sebagai hasil modifikasi oleh proses-proses fisika, kimia dan biologi yang bekerja di bawah kondisi bermacam-macam serta bekerja selama periode tertentu.

Pengertian tanah menurut beberapa ahli Jerman diantaranya, yaitu:

- a. Menurut Alfred Mitscherlich, tanah adalah campuran bahan padat berupa partikel-partikel kecil air dan udara yang mengandung hara serta dapat menumbuhkan tumbuhan.

- b. Menurut Diedrich Schroeder, tanah merupakan hasil pengalih ragaman bahan mineral dan organik yang berlangsung di permukaan Bumi, akibat pengaruh faktor-faktor lingkungan yang bekerja selama waktu panjang.
- c. Menurut Justus Von Liebig, tanah adalah tabung reaksi dan di dalamnya dapat diketahui jumlah dan jenis hara tanamannya.
- d. Menurut K.V Raman, tanah adalah bahan batuan yang sudah dirombak menjadi partikel-partikel kecil dan telah berubah secara kimiawi bersama-sama dengan sisa-sisa tumbuhan serta hewan yang hidup di dalam dan di atasnya.
- e. Menurut Fiedrich Fallon, tanah adalah sebagai lapisan Bumi teratas yang terbentuk dari batu-batuan lapuk.

Sedangkan menurut HumpHry Davy yang merupakan seorang ahli dari Inggris mendefinisikan tanah sebagai laboratorium alam yang menyediakan unsur hara bagi tanaman.²²

Dari beberapa pendapat ahli di atas, penulis menyimpulkan bahwa tanah adalah suatu benda alam yang terdapat di permukaan bumi yang memiliki sifat-sifat, unsur, bentuk, struktur dan partikel-partikel yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

2. Jenis-Jenis Tanah

Tanah dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan kondisi butiran yang dapat dibedakan sifat fisiknya, yaitu lempung (*clay*), lanau (*slit*),

²² Eka Susi Sulistyowati, *Ensiklopedia Geografi Tanah* (Klaten: Cempaka Putih, 2014). h. 2-3.

pasir (*sand*) dan krikil (*gravel*). Sistem klasifikasi yang digunakan, yaitu sistem klasifikasi *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) dan sistem klasifikasi *unified Soil Classification System* (USCS). Menurut *unified Soil Classification System* klasifikasi tanah adalah:

- a. Tanah berbutir kasar, apabila lebih dari 50% tertahan pada saringan no. 200 atau berukuran 0,074 mm.
- b. Tanah berbutir halus, apabila lebih dari 50% dapat lolos saringan no. 200.

Berikut ukuran butiran tanah menurut *American Standard Testing and Material* (ASTM), ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Butiran Tanah Menurut *American Standard Testing and Material* (ASTM)²³

No	Butir	Diameter Butir (mm)
1	Koloidal	< 0,0006
2	Lempung	0,0006 – 0,0020
3	Lanau halus	0,0020 – 0,0060
4	Lanau sedang	0,0060 – 0,0200
5	Lanau kasar	0,0200 – 0,0600
6	Pasir halus	0,0600 – 0,2000
7	Pasir sedang	0,2000 – 0,6000
8	Pasir kasar	0,6000 – 2,0000

Ukuran diameter butiran dari tanah menentukan sifat dan perilaku tanah. Lempung merupakan butiran halus berbentuk lempengan dalam kondisi tersusun (dispersif) dan acak (flokulasi). Kondisi dispersif lebih kokoh terhadap beban ketimbang pada kondisi flokulasi.

Tanah kohesif merupakan kumpulan dari partikel-partikel mineral yang mempunyai indeks plastisitas sesuai dengan batas Atterbeg. Mineral kohesif atau

²³ E Sutarman, *Konsep Aplikasi Mekanika Tanah* (Yogyakarta: CV Andi Offset, 2013). h. 29.

lempung merupakan bahan campuran yang diperlukan untuk membuat deposit tanah menjadi bersifat kohesif, yang mana kohesif dari tanah tergantung pada ukuran relatif serta jumlah berbagai butiran tanah dan bahan *argillaceous* yang ada, apabila lebih dari 50% dari deposit mengandung partikel-partikel sebesar 0,002 mm atau lebih kecil, maka deposit tadi dapat disebut lempung.

Sedangkan tanah berbutir kasar, dimana tanah ini tidak kohesif, yaitu:

- a. Krikil, apabila dari setengah fraksi tanah tertahan pada saringan no. 4 atau berukuran 101,6 mm.
- b. Pasir, apabila lebih dari setengah fraksi kasar berada antara saringan no.4 dan no. 200.²⁴

3. Sifat Tanah

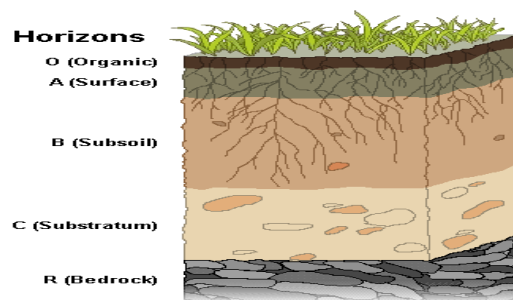
Sifat tanah selalu bersifat heterogen yang memiliki komponen padat, cair dan gas serta memiliki sifat-sifat dan perilaku yang dinamik.²⁵ Hal ini disebabkan oleh tanah sebagai tempat pijakan manusia, hewan dan tumbuhan untuk melakukan aktivitas dan rutinitasnya. Perubahan sifat-sifat tanah ini sangat dirasakan oleh manusia, karena seiring dengan penambahan penduduk dengan jumlah besar, sehingga kebutuhan akan pangan juga akan meningkat yang menyebabkan timbulnya persaingan dan pembukaan lahan baru. Pembukaan lahan baru yang tidak sesuai dengan kemampuan lahan akan menyebabkan lajunya erosi dan limpasan permukaan. Erosi merupakan hilangnya sebagian tanah maupun bagian-bagian tanah dari suatu tempat yang diakibatkan oleh kekuatan

²⁴ *Ibid*, h. 28-30.

²⁵ Dina Sulistyaningrum, Liliyana Dewi Susanawati, dan Bambang Suhartono, 'Pengaruh Karakteristik Fisika Kimia Tanah Terhadap Nilai Indeks Erodibilitas Tanah dan Upaya Konservasi Lahan', *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 2014. h. 56.

jatuhnya butiran hujan, ataupun kekuatan aliran permukaan.²⁶ Erosi tanah dapat dipengaruhi oleh banyak sifat-sifat tanah, yaitu sifat fisika, mekanika, hidrologi, kimia, reologi/litologi, mineralogi, dan biologi, termasuk karakteristik profil tanah seperti kedalaman tanah dan sifat-sifat lapisan tanah.

Beberapa jenis tanah dapat mempunyai komposisi yang berbeda-beda. Tanah yang keras mempunyai lapisan-lapisan yang dapat dibedakan satu dengan yang lain disebut sebagai horizon seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1. Lapisan tanah bagian atas disebut horizon A, yaitu lapisan atas (*surface*) yang mengandung banyak senyawa organik, dan pada lapisan inilah terjadi aktivitas biologi yang optimum. Lapisan berikutnya disebut horizon B (*subsoil*), yang terdiri atas ion logam dan partikel tanah liat, senyawa organik, dan garam yang merembes dari lapisan atas dan tertampung pada lapisan ini. Lapisan tanah berikutnya adalah horizon C (*substratum*), yaitu terdiri atas bebatuan dan pasir, merupakan sumber awal terjadinya tanah. Lapisan terakhir adalah *bedrock* sebagai fondasi tanah.²⁷



Gambar 1 Pembagian Tanah Berdasarkan Lapisan Horizon

²⁶ Irwan Sukri Banuwa, *Erosi*, Edisi Pertama (Jakarta: PT Fajar Interpratama Mandiri, 2013). h. 3.

²⁷ Manihar Situmorang, *Kimia Lingkungan* (Depok: Rajawali Pers, 2017). h. 154.

4. Proses Pelapukan

Pelapukan merupakan proses alamiah akibat bekerjanya gaya-gaya alam, baik secara fisik maupun kimiawi yang menyebabkan terjadinya pemecahan, penghancur dan transformasi bebatuan dan mineral-mineral penyusunnya menjadi material lepas (*regolit*) di permukaan bumi. *Regolit* ini mempunyai kedalaman dan ketebalan yang bervariasi, tergantung intensitas dan ekstensitas proses pelapukan yang terjadi.

Proses pelapukan sangat dipengaruhi oleh iklim dan tipe bebatuan, dan terjadi melalui dua mekanisme, yaitu pelapukan fisik dan pelapukan kimiawi.

a. Pelapukan Fisik

Pelapukan fisik (*disintegrasi*) merupakan proses mekanika yang menyebabkan bebatuan masif pecah hancur terfragmentasi menjadi partikel-partikel kecil tanpa ada perubahan kimiawi sama sekali. Proses ini sangat dominan pada kondisi suhu tinggi di padang pasir. Selain dipicu oleh suhu yang derastis, pelapukan fisik juga dipengaruhi oleh hantaman air hujan.

b. Pelapukan Kimiawi

Pelapukan atau transformasi kimiawi umumnya merupakan proses yang menyertai proses pelapukan fisika dan menyebabkan terjadinya perubahan dalam komposisi kimiawi maupun komposisi mineral (dekomposisi) penyusun permukaan fragmen-fragmen bebatuan. Melalui proses ini bagian permukaan fragmen-fragmen dapat kehilangan sebagian mineral penyusunnya atau mengalami perubahan komposisi kimiawinya, yang kemudian menyebabkan

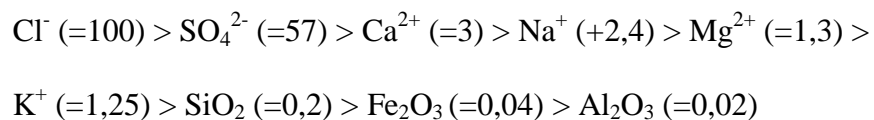
terbentuknya mineral-mineral sekunder. Mekanisme yang terlibat dalam transportasi kimiawi ini meliputi:

1) Solubilitasi

Proses pelapukan secara alamiah dilakukan oleh air, yang daya pelarutnya akan meningkat apabila mengandung senyawa-senyawa terlarut, seperti CO_2 , asam-asam organik maupun senyawa-senyawa anorganik tertentu. Larutan CO_2 dalam air meningkatkan daya reaksi terhadap piroksin dan amfibol, kemudian feldspar, dan yang paling resisten adalah orthoklas dan mika. Garam dapur (NaCl) yang mendominasi mineral seperti halit merupakan garam yang mudah larut dalam air. Menurut Darmawijaya, Schuchert mengemukakan urutan kemudahan larutan senyawa-senyawa anionik:



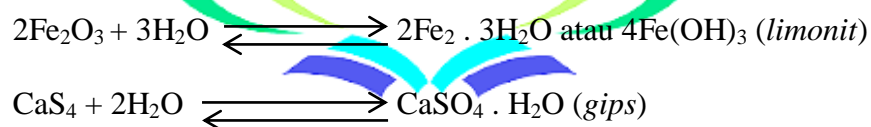
Sedangkan urutan mobilitas relatif senyawa-senyawa oleh Polynov adalah sebagai berikut:



Akibat rendahnya mobilitas ini, maka dari SiO_2 dan Al_2O_3 terbentuk mineral-mineral liat, sedangkan dari Fe_2O_3 terbentuk nodul, konkresi dan endapan batu-besi. Proporsi dari masing-masing ke-9 senyawa tersebut dalam bebatuan akan menentukan kecepatan transformasi kimiawi melalui reaksi solubilitas oleh air.

2) Hidratasi

Hidratisasi merupakan proses terbentuknya mantel hidrat pada permukaan bebatuan. Apabila suatu mineral terendam dalam air, maka bidang-bidang permukaan, rusuk dan sudut kristalnya akan dijenuhi molekul-molekul air dan membentuk lapisan air, disebut *mantel hidra*, yang berfungsi sebagai isolator mineral terhadap pengaruh gaya-gaya dari luar. Pelapisan permukaan ini menyebabkan rusaknya bentuk dan kisi-kisi kristal dan melepaskan energi pengikatnya. Adanya kerusakan ini menyebabkan meluasnya permukaan yang terhidratasi dan makin besarnya pengaruh tekanannya, sehingga kristal menjadi pecah. Pecahnya kristal ini kemudian menerima pengaruh gaya-gaya dari luar untuk memulai pelapukan. Sebagai contoh adalah reaksi hidratisasi yang mengubah *hematit* (berwarna merah) menjadi *limonit* (berwarna kuning) dan kalsium anhidrat menjadi *gips*:



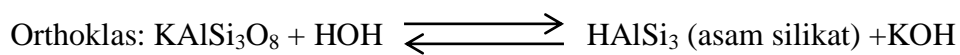
Hasil proses hidratisasi ini menyebabkan mineral makin lunak, makin tinggi daya melarut dan makin besar volumenya, sehingga meningkatkan kepekaan bahan induk untuk mengalami proses genesis menjadi tanah. Namun demikian, terutama pada kondisi temperatur tinggi, proses sebaliknya (*dehidratisasi*) yang terjadi, sehingga bebatuan menjadi makin keras.

3) Hidrolisis

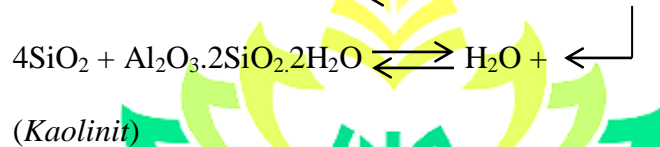
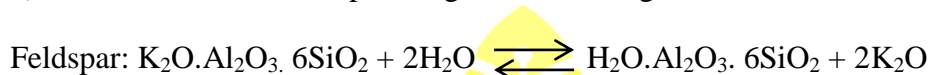
Proses hidrolisis bebatuan diperantai oleh hasil ionisasi air yang berfungsi selaku asam lemah menjadi ion H^+ (bereaksi asam) dan OH^- (bereaksi basa), namun terhadap mineral silikat yang aktif adalah ion-ion H^+ . Proses hidrolisis

sederhana dapat berupa substitusi (pertukaran situs) ion-ion alkali pada kisi-kisi kristal mineral oleh ion-ion H^+ tersebut, yang menghasilkan senyawa asam alumina-silikat atau asam ferro-silikat dan membebaskan hidroksida-alkali. Pada fase selanjutnya terjadi pemisahan asam silikat yang disertai modifikasi lapisan pada kisi-kisi kristalnya. Mekanisme ini misalnya terjadi dalam proses pembentukan:

- a) Asam silikat liat dari orthoklas dengan reaksi sebagai berikut:



- b) Liat kaolinit dan feldspar dengan reaksi sebagai berikut:



Secara garis besar Darmawijaya, mengemukakan bahwa hasil proses hidrolisis ini meliputi:

- Desilifikasi bebatuan akibat terangkutnya asam-asam silikat oleh air perkolasi.
- Dealkalisasi bebatuan akibat adanya pembebasan senyawa-senyawa alkali melalui proses pelindian (*leaching*), kedua proses ini umumnya terjadi di daerah beriklim tropis.
- Formasi senyawa-senyawa baru sebagai akibat adanya perubahan komposisi kimiawi dan mineral pada bebatuan atau resistensi parsial hasil dekomposisi, berbentuk kompleks liat atau koloid organik.

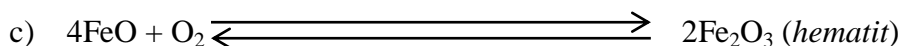
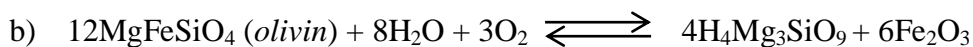
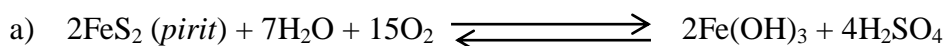
4) Oksidasi

Reaksi oksidasi merupakan reaksi kimiawi yang menyebabkan berkurangnya elektron (muatan negatif) baik melalui penambahan oksigen maupun tanpa oksigen. Reaksi ini merupakan reaksi alamiah yang dominan, karena udara mengandung 23,12% oksigen.

Proses oksidasi terhadap bebatuan, umumnya terjadi lewat oksidasi senyawa-senyawa besi (Fe) dan mangan (Mn) yang dikandung mineral penyusunnya, karena kedua logam ini mempunyai dua bentuk tereduksi dan bentuk teroksidasi. Transformasi bentuk reduksi-oksidasi ini, kemudian memicu terjadinya pelapukan bebatuan secara kimiawi. Senyawa besi apabila terkandung dalam karbonat, sulfida atau silikat relatif lebih peka terhadap dekomposisi atau transformasi kimiawi, misalnya oksidasi pirit (senyawa khas daerah rawa pasang-surut) menjadi besi-hidroksida dan asam sulfida, olivine menjadi serpentin dan hematin, dan ferro-oksida menjadi ferri-oksida (hematit):

Reduksi

Oksidasi



Hasil reaksi oksidasi ini umumnya adalah penambahan volume yang meningkatkan kepekaan bebatuan untuk mengalami proses pelapukan selanjutnya.

5) Reduksi

Reaksi reduksi dominan pada tanah-tanah berkadar bahan-bahan organik tinggi (tanah gambut) di rawa-rawa, seperti di pantai Timur Sumatera Selatan dan

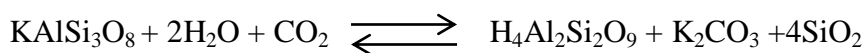
Jambi, sehingga berpotensi redoks rendah. Reaksi oksidasi-reduksi pada kawasan ini bersifat enzimatik karena dimediasi oleh berbagai mikroba, hasil dari reduksi ini meliputi:

- a) Oksidasi besi-hidroksida yang mengubah ferro menjadi ferri atau sebaliknya.
- b) Reduksi sulfat menjadi sulfida.
- c) Reduksi nitrat atau ammonia.

Pada kawasan dominan reduksi ini terbentuk tanah yang umumnya berwarna kelabu cerah, senyawa-senyawa Fe dan Mn bermobilitas tinggi.

6) Karbonatasi

Karbonatasi merupakan proses yang menyebabkan bereaksinya asam karbonat dengan basa-basa membentuk basa-karbonat. Asam karbonat terbentuk dari melimpahnya gas CO₂ dalam tanah akibat proses dekomposisi BOT atau terbawa air hujan, meskipun bersifat asam lemah atau mudah terurai menjadi CO₂ + air, namun karena kadarnya tinggi maka pengaruhnya menjadi besar terhadap pelapukan bebatuan, terutama di daerah panas yang lembab. Contoh reaksi karbonatasi ini adalah yang dialami orthoklas sebelum menghasilkan liat kaolinit, kalium karbonat dan Si-oksida berikut:



Proses karbonatasi ini sering disertai oksidasi dan hidratisasi, baik berupa desilikasi maupun bukan. Dalam batas-batas tertentu proses ini menyebabkan terjadinya pembedaan asam silikat-koloid dari bebatuan bersilikat.

7) Asidifikasi

Proses pengasaman bebatuan juga berfungsi mempercepat pelapukan bebatuan. Asam-asam yang berpengaruh dalam proses ini meliputi asam organik maupun asam anorganik, misalnya asam nitrat yang terkandung dalam air hujan atau asam silfat hasil dekomposisi protein.

Dalam perkembangannya, liat silikat yang kation-kation basanya telah mengalami pelindian akan membentuk kompleks koloid-asam, yang kemudian dapat bereaksi dengan mineral-mineral seperti feldspar-Ca, piroksin, amfibol dan sejenisnya, sehingga seolah-olah seperti proses pelindian basanya dan menghasilkan mineral silikat-asam. Reaksi umum asidifikasi mineral ini adalah:²⁸



5. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kesuburan Tanah

Beberapa faktor yang mempengaruhi pembentukan tanah yaitu iklim, bahan induk, topografi/relief, organisme dan waktu.²⁹ Pengaruh faktor pembentukan tanah akan menghasilkan karakteristik tanah baik karakteristik fisika, kimia dan biologi yang pada akhirnya akan mempengaruhi kesuburan tanah. Oleh karena itu, upaya perbaikan sifat fisika tanah secara tidak langsung akan memperbaiki sifat-sifat kimia dan biologi tanah. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat fisika tanah yaitu dapat dilakukan dengan pemberian pupuk. Pemberian pupuk ini tidak hanya menghasilkan kondisi fisika tanah yang baik, tetapi juga menyediakan bahan organik hasil pelapukan yang dapat menambah unsur hara bagi tanaman, meningkatkan pH tanah dan kapasitas

²⁸ Kemas Ali Hanafiah, *Op. Cit.* h. 26-34.

²⁹ Abdul Rahmi dan Maya Preva Biantary, *Op. Cit.* h. 30.

tukar kation, serta meningkatkan aktivitas biologi tanah. Selain itu, zeolite juga dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas lahan. Zeolite merupakan bahan ameliorant, sehingga dengan menggunakan zeolite dapat mengurangi derajat keasaman tanah, dapat meningkatkan ketersediaan ion kalsium, kalium dan fosfat, nilai kapasitas tukar kation, dan mengurangi unsur alumunium.³⁰ Fungsi dari zeolite adalah sebagai penyimpan unsur hara pupuk dan dapat mengikat air tanah yang dapat dilepas secara bertahap, sehingga kelembapan dan kesuburan tanah dapat dijaga, maka tanaman akan tumbuh dengan baik.

Dalam tumbuhan dapat dijumpai beraneka ragam unsur, namun tidak berarti semua unsur-unsur tersebut dibutuhkan tumbuhan untuk kelangsungan hidupnya. Unsur-unsur seperti Al, Cd, Ag dan Pb merupakan unsur yang ditemukan pada tubuh tumbuhan yang dapat mengganggu metabolisme atau mengakibatkan tumbuhan keracunan.³¹ Unsur yang dapat dikatakan sebagai unsur esensial pada tumbuhan, jika memenuhi tiga kriteria Arnot, yaitu:

- a. Untuk melengkapi hidupnya unsur harus ada.
- b. Ketika tanaman mengalami defisiensi, maka hanya unsur tersebut yang dapat memperbaiki.

³⁰ Sumarni N, R Roslana, dan A S Duriat, 'Pengelolaan Fisika, Kimia dan Biologi Tanah untuk Meningkatkan Kesuburan Lahan dan Hasil Cabai Merah', *Jurnal Hort*, 2010. h. 131.

³¹ Apriyani Eka Putri, "Pengaruh Metode Elektrolisis Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Hidroponik Kangkung". (Skripsi Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2017). h. 23.

- c. Keterlibatan langsung unsur ini dalam penyediaan nutrisi yang dibutuhkan tanaman.³² Misalnya, N sebagai penyusun protein dan Mg sebagai penyusun klorofil.

Terdapat 16 unsur hara esensial pada tumbuhan. Sebagian besar unsur hara esensial diperoleh tumbuhan dari dalam tanah, yaitu sebanyak 13 dari 16 unsur. Adapun tiga unsur lainnya yang berasal dari udara dan air adalah C, H dan O. Berikut Tabel 2 daftar unsur hara esensial tersebut:

Tabel 2 Unsur Hara Esensial untuk Tumbuhan Tingkat Tinggi dan Konsentrasi Internal yang Dianggap Berkecukupan

Unsur	Simbol	Bentuk Tersedia	Berat Atom	Konsentrasi (ppm)	Berkecukupan (%)
Karbon	C	CO ₂	12,01	450.000	45,0
Hidrogen	H	H ₂ O	1,01	450.000	45,0
Oksigen	O	O ₂ , H ₂ O	16,00	60.000	6,0
Nitrogen	N	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	14,01	15.000	1,5
Kalium	K	K ⁺	39,10	10.000	1,0
Kalsium	Ca	Ca ²⁺	40,08	5.000	0,5
Magnesium	Mg	Mg ²⁺	24,32	2.000	0,2
Fosfor	P	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻	30,98	2.000	0,2
Belerang	S	SO ₄	32,07	1.000	0,1
Khlor	Cl	Cl ⁻	35,46	100	0,01
Besi	Fe	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	55,85	100	0,01
Mangan	Mn	Mn ²⁺	54,94	50	0,005
Boron	B	H ₃ BO ₃	10,82	20	0,002
Seng	Zn	Zn ²⁺	65,38	20	0,002
Tembaga	Cu	Cu ²⁺	63,54	6	0,0006
Molybdenum	Mo	MoO ₄ ²⁻	95,95	0,1	0,00001

Dari tabel di atas, dapat dilihat perbedaan konsentrasinya yang dianggap berkecukupan dalam jaringan tumbuhan, maka unsur hara esensial dibedakan

³² Kemas Ali Hanafiah, *Op. Cit*, h. 252.

menjadi dua, yaitu unsur makro dan unsur mikro. Yang tergolong ke dalam unsur makro ini adalah unsur esensial yang memiliki konsentrasi 0,1% (100 ppm) atau lebih, seperti unsur C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, dan S. Sedangkan yang tergolong ke dalam unsur mikro memiliki konsentrasi kurang dari 0,1% seperti unsur Cl, Fe, B, Mn, Zn, Cu dan Mo. Jadi bukan hanya logam yang dapat menyebabkan tanaman keracunan. Tetapi konsentrasi yang terlalu tinggi, sehingga unsur hara esensial juga dapat menyebabkan keracunan pada tanaman.³³

Menurut Davidescu dan Davidescu (1988) pengelolaan unsur hara tanaman disajikan dalam Tabel 3.³⁴

Tabel 3 Penggolongan Unsur Hara Tanaman

Golongan	Esensial		Non-Esensial	
	Utama	Kedua	Menaikan produksi	Tidak menaikan produksi
Makro	N, P, K	Ca, Mg, S	Na	Si, V
Mikro	Fe, Mn, Zn, B, Cu	Mo, Co, Cl	Al, I	Ar, Ba, Be, Bi, Br, Cr, F, Li, Pb, Rb, Pt, Sr, Se

Unsur hara esensial tanaman baik mikro maupun makro memiliki fungsinya antara lain sebagai berikut:

1) Unsur Makro

Unsur hara makro merupakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak. Terdapat enam unsur yang tergolong unsur hara makro, yaitu:

³³ Benyamin Lakitan, *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan* (Jakarta: Rajawali Pres, 2011). h. 63-67.

³⁴ Afandie Rosmarka dan Nasih Widya Yuwono, *Ilmu Kesuburan Tanah* (Yogyakarta: PT Kanisius, 2002). h. 31.

b) Nitrogen (N)

Nitrogen adalah unsur hara utama penunjang pertumbuhan vegetatif tanaman dan juga unsur yang paling luas penyebarannya. Unsur ini berperan dalam pembentukan sel dan jaringan di dalam tanaman, seperti akar, batang, daun dan awal pembentukan bunga. Dengan adanya nitrogen, daun akan menjalankan fungsinya dengan baik dalam proses fotosintesis. Hasil fotosintesis yang sempurna akan berpengaruh pada pertumbuhan daun, jumlah daun lebih banyak, helaian lebar dan tampak mengkilap.

Nitrogen di atmosfer terdapat sekitar $3,8 \times 10^{15}$ ton N_2 molekuler. Sedangkan pada lithosfer terdapat 4,74 kalinya. Fiksasi (pengikatan) N dapat terjadi secara :

- (1) Secara fisika pada saat terjadinya kilat melepaskan energi listrik.
- (2) Secara kimiawi terjadi pada atmosfer paling atas dan turun ke tanah lewat presipitasi (hujan) dengan melalui proses ionisasi.
- (3) Secara biologis lewat beberapa tumbuhan nonlegum dan juga simbiosis mutualistik tanaman legume-*Rhizobium*.
- (4) Secara fiksasi non simbiotik oleh mikrobia (bakteri) tanah.³⁵

c) Fosfor (P)

Fosfor sangat dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan vegetatif, yaitu seperti pembentukan akar (terutama pada tanaman muda), pembentukan inti sel dan pembelahan sel, memperkuat daya tahan tanaman terhadap serangan penyakit, pembentukan biji dan merangsang pembungaan. Ketersediaan fosfor juga

³⁵ Kemas Ali Hanafiah, *Op. Cit*, h. 276-277.

merupakan pengaruh dari pertumbuhan akar. Jumlah akar yang banyak dapat membuat tanaman menyerap air beserta unsur hara lebih banyak. Fosfor ini merupakan bagian dari berbagai gula fosfat yang berperan dalam reaksi-reaksi pada fase gelap fotosintesis, respirasi dan berbagai metabolisme lainnya. Fosfor juga merupakan bagian dari nukleotida (dalam DNA dan RNA) dan fosfolipida penyusun membran.³⁶

d) Kalium (K)

Kalium merupakan unsur yang berfungsi untuk memperlancar semua proses yang terjadi di dalam tumbuhan. Selain itu, kalium juga berperan dalam pembentukan protein dan pembelahan sel. Sehingga kalium akan memperkuat jaringan dan dapat mengakibatkan bunga, buah dan daun tidak mudah rontok. Peran kalium ini dapat terlihat pada pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti warna daun, jumlah serabut akar yang banyak dan ketegaran batang. Berikut beberapa tanaman yang menyerap unsur kalium lebih banyak, yaitu jerami padi dan jagung, tembakau, jeruk dan tomat, buah apel, kentang dan umbi lobak, serta batang tebu.³⁷

e) Kalsium (Ca)

Kalsium diambil tanaman dalam bentuk ion Ca^{2+} , kalsium ini berperan dalam mengatur dan merawat dinding sel. Kalsium ini terakumulasi pada bagian jaringan tanaman yang sudah tua. Kalsium ini banyak terdapat pada bagian daun dan batang sebagai penyusun sel, kalsium ini rata-rata menyusun 0,5% tubuh

³⁶ Benyamin Lakitan, *Op. Cit.* h. 67.

³⁷ Kemas Ali Hanafi, *Op. Cit.* h. 295.

tanaman. Adapun fungsi utama dari kalsium ini adalah untuk substansi perekat, pengatur permeabilitas dalam sel dan sangat esensial pada cairan sel.³⁸

f) Magnesium (Mg)

Magnesium diambil tanaman dalam bentuk ion Mg^{2+} , fungsi utama dari magnesium ini, yaitu bertugas membentuk klorofil dan butir hijau daun. Unsur ini sangat diperlukan agar fotosintesis dapat berjalan dengan lancar. Magnesium ini secara umum rata-rata mengambil 0,2% dari bagian tanaman, bagian ini terdapat pada daun, tetapi sering juga dijumpai pada biji padi, kacang tanah, kedelai, jagung dan sorghum.³⁹

g) Sulfur (S)

Dalam tumbuhan sebagian besar sulfur atau belerang merupakan penyusun asam amino sistein (*Cysteine*) dan methionin (*methionine*). Adapun senyawa lain yang mengandung sulfur adalah biotin dan vitamin thiamin (*thiamine*). Seperti pada fosfor dan kalium, sulfur juga berfungsi dalam proses sintesis protein, memperkuat protoplasma untuk daya tahan terhadap kekeringan dan hawa dingin.⁴⁰

2) Unsur Mikro

Unsur mikro ini dibutuhkan tanaman hanya dengan jumlah sedikit. Namun, unsur ini harus selalu tersedia di dalam tanah. Unsur-unsur tersebut antara lain:

³⁸ *Ibid*, h. 304-305.

³⁹ *Ibid*, h. 306.

⁴⁰ Benyamin Lakitan, *Op. Cit.* h .67.

a) Besi (Fe)

Besi adalah unsur yang diserap tanaman berupa ion feri (Fe^{3+}) atau fero (Fe^{2+}). Besi juga dapat diserap dalam bentuk khelat, dimana penggunaan pupuk Fe dibuat dalam bentuk khelat. Adapun khelat yang biasa digunakan adalah Fe-EDTA, Fe-DTPA dan khelat yang lain. Kehadiran besi dalam tanah tidak boleh dianggap enteng, sebab media tanam yang tidak mengandung besi menyebabkan tanaman hidup merana. Fungsi utama dari besi ini adalah sebagai penyusun enzim-enzim aktif dalam fotosintesis dan respirasi. Enzim sitoklom, katalase, dipeptidase, peroksidase dan sebagainya mempunyai peran penting sebagai katalisator reduksi-oksidasi. Kekurangan besi akan mengakibatkan pengurangan aktivitas semua enzim tersebut, selain itu juga terjadi penimbunan nitrat atau sulfur dalam jaringan tanaman. Gejala defisiensi Fe mula-mula timbul pada daun muda, kemudian berkembang pada lembaran antara tulang daun dan akhirnya seluruh daun. Warna daun juga menjadi kekuningan, sedangkan warna tulang daun menjadi lebih gelap.⁴¹ Pada kasus lain yang lebih parah, daun muda bahkan memutih dengan bercak nekrosis. Belum diketahui dengan jelas mengapa kekuatan besi dengan cepat dapat menghambat pembentukan klorofil tampaknya memerlukan Fe^{2+} . Besi bersifat esensial, karena merupakan bagian dari berbagai protein, yang membawa elektron dalam fotosintesis dan respirasi dan dari enzim-enzim tertentu. Besi mengalami oksidasi dan reduksi antara Fe^{2+} dan Fe^{3+} , karena ia berlaku sebagai pembawa elektron dalam protein.⁴²

Dalam Al-Qur'an surat Al-Hadid ayat 25 Allah berfirman:

⁴¹ Afandie Rosmarka dan Maya Nasih Widya Yuwono, *Op. Cit.* h.71-75.

⁴² Frank Salisbury, *Fisiologi Tumbuhan* (Bandung: Penerbit ITB, 1995).h.146.

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ
الْأَنَاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ
اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ ٢٥

Artinya: “Sesungguhnya Kami telah mengutus Rasul-Rasul Kami dengan membawa bukti-bukti yang nyata dan telah Kami turunkan bersama mereka Al Kitab dan neraca (keadilan), supaya manusia dapat melaksanakan keadilan. Dan Kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, (supaya mereka mempergunakan besi itu) dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)Nya dan rasul-rasul-Nya padahal Allah tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Maha Kuat lagi Maha Perkasa”. (QS. Al-Hadid:25).⁴³

Berdasarkan kandungan ayat tersebut, Allah SWT telah menciptakan besi yang melambangkan kebesaran Allah. Besi mengandung begitu banyak manfaat bagi manusia. Pada tumbuhan komponen besi berperan dalam membantu proses pembentukan klorofil. Klorofil merupakan zat penghijau tumbuhan yang terpenting dalam fotosintesis, kemudian digunakan oleh tumbuhan untuk bernafas dan menghasilkan protoplasma (zat hidup dalam sel), sehingga dengan lancarnya proses fotosintesis akan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman.

b) Boron (B)

Boron diserap tanaman dalam bentuk ion borat ($\text{H}_4\text{BO}_7^{2-}$, H_2BO_3^- , HBO_3^{2-} , BO_3^{3-}) atau borat (H_3BO_3). Unsur hara ini rata-rata menyusun 0,002% dari tanaman. Boron berperan dalam pertumbuhan tanaman untuk mengangkut karbohidrat dari daun ke bagian jaringan lain. Boron juga berperan dalam pembelahan sel, sehingga bagian-bagian tanaman dapat tumbuh aktif. Pada fase generatif, boron sangat mempengaruhi perkembangan serbuk sari.⁴⁴

⁴³ Departemen Agama RI.

⁴⁴ Kemas Ali Hanafiah, *Op. Cit.* h. 330-331.

c) Tembaga (Cu)

Tembaga diambil tanaman dalam bentuk ion Cu^{2+} atau Cu-EDTA, yang dapat diserap melalui daun, sehingga penyemprotan ke daun dapat dilakukan untuk mengatasi defisiensi unsur ini. Unsur ini berperan penting terutama sebagai katalisator dalam respirasi dan penyusunan beberapa enzim. Umumnya unsur hara ini menyusun rata-rata 0,0006% dari tanaman.⁴⁵

d) Mangan (Mn)

Mangan merupakan komponen struktur dari sistem membran kloroplas. Mangan berfungsi sebagai aktivator pada beberapa enzim untuk memperlancar asimilasi. Selain itu, mangan juga berperan dalam menstimulasi pemecahan molekul air pada fase terang fotosintesis.⁴⁶

e) Seng (Zn)

Seng diambil tanaman dalam bentuk ion Zn^{2+} dan unsur ini menyusun rata-rata 0,002% dari tanaman. Seng memiliki fungsi untuk membentuk hormon tubuh. Di samping itu, seng juga membantu pertumbuhan daun dan pembentukan klorofil.⁴⁷

f) Klor (Cl)

Fungsi klor sangat penting untuk mengeluarkan oksigen dari hasil fotosintesis. Selain itu, klor juga dibutuhkan tanaman pada fase generatif.

Terdapat dua jenis pupuk yang sering dijual di pasaran, yaitu pupuk anorganik dan pupuk organik. Pupuk organik didapat dari hasil dekomposisi bahan alami, yaitu seperti pupuk hijau, kompos dan pupuk kandang. Sementara

⁴⁵ *Ibid*, h. 328.

⁴⁶ Benyamin Lakitan, *Op. Cit.* h. 68.

⁴⁷ Kemas Ali Hanafiah, *Op. Cit.* h. 328.

pupuk anorganik adalah pupuk yang dibuat oleh pabrik dari bahan kimia dengan kandungan unsur-unsur hara tertentu. Pupuk tunggal dan pupuk majemuk dikenal berdasarkan kandungan unsur haranya.⁴⁸ Pupuk tunggal mengandung hanya satu unsur, sedangkan pupuk majemuk mengandung dua unsur yang diperlukan seperti pada pengelompokan jenis dari pupuk kimia.⁴⁹

(1) Pupuk organik

Berikut kandungan unsur hara beberapa jenis pupuk organik disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Kandungan Unsur Hara Pupuk Organik

Bahan	Nitrogen (%)	Fosfor (%)	Kalium (%)
Pupuk kandang (ayam)	1,00	0,80	0,40
Pupuk kandang (domba)	0,75	0,50	0,45
Pupuk kandang (kambing)	0,60	0,30	0,17
Pupuk kandang (sapi)	0,40	0,20	0,10
Pupuk kandang (itik)	1,00	1,54	0,62
Kompos	2,50	1,00	2,00

(2) Pupuk anorganik

Saat ini, di pasaran dijual beragam pupuk anorganik dengan beraneka bentuk, warna dan penggunaannya. Komposisi pupuk tersebut ada yang mengandung satu unsur hara saja dan ada yang lebih dari satu unsur hara. Berdasarkan pemakaian pupuk majemuk dibedakan menjadi pupuk akar dan pupuk daun.

(a) Pupuk akar

⁴⁸ N S Budiana, *Memupuk Tanaman Hias* (Jakarta: Penerbit Swadaya, 2008). h. 5.

⁴⁹ Panji Nugroho, *Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair* (Jakarta: Pustaka Baru, 2012). h. 33.

Pemberian pupuk akar dilakukan dengan cara menaburkan atau menyiramkan ke media tanam dengan harapan dapat diserap oleh bulu-bulu akar tanaman secara optimal. Oleh karena itu, pupuk ini disebut sebagai pupuk akar. Melalui akar tanaman, pupuk ditranslokasikan ke dalam jaringan daun sebagai unsur utama fotosintesis.⁵⁰ Berikut contoh pupuk akar beserta kandungannya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Beragam Merek dan Kandungan Unsur Hara Pupuk Akar yang Beredar di Pasaran

Merek pupuk akar	Kandungan Unsur Hara			
	N(%)	P(%)	K(%)	Unsur Tambahan
Dekastar	18	11	10	-
Magamp <i>Plus K</i>	7	40	6	Mg
Dekaform	20	10	5	S, Ca dan Fe
<i>Green giant</i>	3	5	3	Ca, S, Mg, Na, Cu, Mo, B, Fe, Zn, Mn, Cl dan Se
Mutiara	16	16	16	-
Osmocote	14	14	14	-

(b) Pupuk daun

Pupuk ini merupakan jenis pupuk anorganik majemuk. Pupuk ini disebut sebagai pupuk daun, karena pembuatan pupuk daun bertujuan agar unsur-unsur yang terkandung di dalamnya dapat diserap oleh daun atau untuk pembentukan zat hijau daun.⁵¹ Berikut beberapa kandungan hara beberapa merek pupuk daun disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6 Kandungan Hara Beberapa Merek Pupuk Daun

⁵⁰ N S Budiana, *Op. Cit.* h. 22.

⁵¹ *Ibid*, h.23.

Merek Pupuk Daun	Kandungan Hara			
	N(%)	P(%)	K(%)	Unsur Tambahan
Gandasil	20	15	15	B, Fe, Cu, Zn, Mb dan Vitamin
Gandasil 63	21	21	21	Fe, Mn, B, Cu, Zn dan Bo
Growmore Hijau	20	20	20	Mg, Mn, Mo, Fe, Ca, Co, B,S dan Zn
Molyfert A	15	10	32	Fe, Mn, B, Cu, Zn, Vitamin dan Hormon
Best Foliar B	15	30	15	-
Vitabloom Sp Biru	5	50	17	-
Gaviota	12	24	24	-

B. Klasifikasi Tanah

1. Pengertian

Manusia memberikan nama untuk setiap benda yang ada di alam semesta ini untuk memudahkan pengenalan dan membedakan satu benda terhadap benda yang lain. Contohnya beberapa nama pengelompokan tanah telah dikenal secara visual seperti tanah hutan (*forest soil*), tanah ladang berpindah (*shifting Cultivation soil*), tanah sawah (*paddy soil*), dan tanah aluvial (*alluvial soil*). Namun, pemberian nama tersebut terlalu umum dan tidak menggambarkan sifat dan ciri tanah.

Oleh karena itu, dibutuhkan klasifikasi untuk pengolahan tanah dalam rangka meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara berkelanjutan. Klasifikasi tanah adalah ilmu yang membedakan sifat-sifat tanah antara satu dengan yang lain dan mengelompokkan tanah ke dalam kelas-kelas tertentu berdasarkan kesamaan sifat dan ciri yang dimiliki.

Klasifikasi tanah dapat dibedakan menjadi klasifikasi alami dan klasifikasi teknis. Klasifikasi alami adalah klasifikasi tanah berdasarkan pada sifat-sifat tanah atau lingkungannya, tanpa menghubungkan dengan tujuan penggunaan tanah

tersebut. Sifat fisik, mineralogi, kimia tanah yang memiliki lapisan tanah merupakan pengelompokan dari klasifikasi alami. Sedangkan, klasifikasi teknis adalah klasifikasi tanah yang didasarkan atas sifat-sifat tanah yang mempengaruhi penggunaan lahan. Sebagai contoh tanah yang bertekstur pasir tidak cocok untuk irigasi.

2. Karakteristik/Indikator

a. Fisika tanah

Fisika tanah adalah cabang dari ilmu tanah yang membahas sifat-sifat fisik tanah, pengukuran dan prediksi serta pengaturan proses fisik yang terjadi dalam tanah. Selain itu, fisika tanah membahas status dan pergerakan material serta aliran dan transfortasi energi dalam tanah. Sehingga, fisika tanah dapat dipandang sebagai ilmu dasar sekaligus terapan dengan melibatkan berbagai cabang ilmu yang lain termasuk ilmu tanah, hidrologi, klimatologi, ekologi, geologi, sedimentologi, botani, dan agronomi. Selain itu, fisika tanah ini juga erat kaitannya dengan mekanika tanah, dinamika tanah, dan teknik sipil. Hal ini sesuai dengan tujuan fisika tanah yang dapat dilihat dari dua sisi, yaitu:

- 1) Tujuan kajian fisika tanah adalah untuk memberikan pemahaman dasar tentang mekanisme pengaturan perilaku tanah secara fisika dan kimiawi, serta perannya dalam biosfer, termasuk proses saling hubungan dan pertukaran energi di dalam tanah, serta siklus air dan material yang dapat diangkutnya.
- 2) Pemahaman fisika tanah dapat digunakan sebagai asas untuk manajemen sumber daya tanah dan air, termasuk kegiatan irigasi, drainase, konservasi tanah dan air, pengelolaan tanah, dan konstruksi.

Secara fisika tanah tersusun dari tiga fase yaitu padat, cair dan udara. Menurut Hillel untuk berperan baik dalam media tumbuh tanaman, maka tanah harus menyediakan air, udara dan unsur hara, serta bebas dari konsentrasi bahan beracun yang berlebihan. Sifat-sifat fisik tanah ini meliputi:

1) **Tekstur**

Tekstur tanah menunjukkan komposisi partikel penyusun tanah (separat) yang dinyatakan sebagai perbandingan proporsi (%) relatif antara fraksi pasir (*sand*) berdiameter 2,00 – 0,20 mm atau 2000 - 200 μ m, debu (*silt*) berdiameter 0,20 – 0,002 mm atau 200 - 2 μ m dan liat (*clay*) berukuran < 2 μ m.

- a) Tanah bertekstur pasir ini terasa kasar, tanpa rasa licin dan tanpa rasa lengket, serta tidak bisa membentuk gulungan atau lempengan kontinyu.
- b) Tanah bertekstur liat yaitu jika tanah terasa halus, lengket dan dapat dibuat gulungan atau lempengan kontinyu.
- c) Tanah bertekstur debu akan mempunyai partikel-partikel yang terasa agak halus dan licin tetapi tidak lengket, serta gulungan atau lempengan yang terbentuk rapuh atau mudah hancur.
- d) Tanah bertekstur lempung akan mempunyai partikel-partikel yang mempunyai rasa ketiganya secara proposional, apabila yang terasa lebih dominan adalah sifat pasir, maka berarti tanah bertekstur lempung berpasir dan seterusnya.

Berikut proporsi fraksi menurut kelas tekstur tanah disajikan dalam tabel 7.

Tabel 7 Proporsi Fraksi Menurut Kelas Tekstur Tanah⁵²

No	Kelas Tekstur Tanah	Proporsi (%) Fraksi Tanah
----	---------------------	---------------------------

⁵² Kemas Ali Hanafiah, *Op. Cit.* h.65.

		Pasir	Debu	Liat
1	Pasir (<i>Sandy</i>)	>85	<15	<10
2	Pasir berlempung (<i>Loam Sandy</i>)	70–90	<30	<15
3	Lempung berpasir (<i>Sandy Loam</i>)	40–87,5	<50	<20
4	Lempung (<i>Loam</i>)	22,5–52,5	30–50	10-30
5	Lempung liat berpasir (<i>Sandy-Clay Loam</i>)	45–80	<30	20-37,5
6	Lempung liat berdebu (<i>Sandy-Slit Loam</i>)	<20	40–70	27,5-40
7	Lempung berliat (<i>Clay Loam</i>)	20-45	15–52,5	27,5-40
8	Lempung berdebu (<i>Sity Loam</i>)	<47,5	50–87,5	<27,5
9	Debu (<i>Slit</i>)	<20	>80	<12,5
10	Liat berpasir (<i>Sandy-Clay</i>)	45–62,5	<20	37,5-57,5
11	Liat berdebu (<i>Slity-Clay</i>)	<20	40–60	40-60
12	Liat (<i>Clay</i>)	<45	<40	>40

2) Struktur

Struktur merupakan kenampakan bentuk atau susunan partikel-partikel primer tanah (pasir, debu dan liat individual) hingga partikel-partikel sekunder (gabungan partikel-partikel primer) yang disebut *ped* (gumpalan) yang berbentuk agregat (bongkahan). Struktur tanah berfungsi memodifikasi pengaruh tekstur terhadap kondisi drainase atau aerasi tanah, karena susunan antar *ped* atau agregat tanah akan menghasilkan ruang yang lebih besar ketimbang susunan antar partikel primer. Oleh karena itu, tanah yang berstruktur baik akan mempunyai kondisi drainase dan aerasi yang baik pula, sehingga lebih memudahkan sistem perakaran tanaman untuk berpenetrasi dan mengabsorpsi (menyerap) udara dan air, sehingga pertumbuhan dan produksi menjadi lebih baik.

Secara umum terdapat tiga kelompok bahan koloidal (partikel berdiameter <1 μ m) yang bertindak sebagai agen perekat (*cemen-tig agent*) partikel-partikel dalam proses pembentukan agregat (agregasi) tanah adalah :

a) Mineral-mineral liat koloidal.

- b) Oksida-oksida besi dan mangan koloidal.
- c) Bahan organik koloidal, termasuk hasil aktivitas dan perombakan sel-sel mikrobial.

3) Konsistensi Tanah

Konsistensi adalah ketahanan tanah terhadap tekanan gaya-gaya dari luar, yang merupakan indikator derajat manifestasi kekuatan dan corak gaya-gaya fisik (kohesi dan adhesi) yang bekerja pada tanah selaras dengan tingkat kejenuhan airnya. Penurunan kadar air akan menyebabkan tanah kehilangan sifat kelekatan (*atckness*) dan kelenturan (*plasticity*), menjadi gembur (*friable*) dan lunak (*soft*), serta menjadi keras dan kaku (*coherent*) pada saat kering. Faktor-faktor yang mempengaruhi konsistensi tanah, yaitu tekstur, sifat dan jumlah koloid organik maupun anorganik, struktur dan kadar air tanah.

Indikator lain yang penting adalah angka plastik (*plastic-number*) yang merupakan selisih kadar air pada batas plastik teratas dan batas plastik terendah (*upper and lower plastic limit*). Batas plastik teratas (BPA) adalah kadar air pada saat massa tanah naik-air mulai dapat mengalir akibat bekerjanya gaya-gaya dan tak mampu mempertahankan bentuk asalnya, sedangkan batas plastik terendah (BPR) adalah kadar air pada saat konsistensi tanah berubah dari lekat menjadi gembur dan massa tanah tak mampu lagi memperoleh bentuk secara kontinyu akibat tekanan gaya-gaya tersebut.

4) Bobot Tanah

Bobot merupakan kerapatan tanah per satuan volume yang dinyatakan dalam dua batasan yaitu:

- a) Kerapatan partikel (bobot partikel, BP) adalah bobot massa partikel padat per satuan volume tanah, biasanya tanah mempunyai kerapatan partikel $2,6 \text{ g cm}^{-3}$.
- b) Kerapatan massa (bobot isi, BI) adalah bobot massa tanah kondisi lapangan yang dikeringkan (oven) per satuan volume. Nilai kerapatan massa tanah berbanding lurus dengan tingkat kekasaran partikel-partikel tanah, makin kasar akan makin berat. Tanah lapisan atas yang bertekstur liat dan berstruktur granuler mempunyai BI antara $1,0 - 1,3 \text{ g cm}^{-3}$, sedangkan yang bertekstur kasar berBI antara $1,3 - 1,8 \text{ g cm}^{-3}$. $\text{BI air} = 1 \text{ g cm}^{-3} = 1 \text{ ton m}^{-3}$.

5) Porositas

Porositas adalah proporsi ruang pori total (ruang kosong) yang terdapat dalam satuan volume tanah yang dapat di tempati oleh air dan udara, sehingga merupakan indikator kondisi drainase dan aerasi tanah. Porositas dapat ditentukan melalui dua acara, yaitu:

- a) Selisih bobot tanah jenuh dengan bobot tanah kering oven.
- b) Nisbah BI : BP adalah ukuran volume tanah yang di tempati bahan padat.

Menurut Jongerius 1957, berdasarkan diameter ruangnya, pori-pori tanah dibagi menjadi 3 kelas, yaitu

- a) Makropori (pori-pori makro) apabila berdiameter $\geq 90 \text{ mm}$.
- b) Mesopori ($90 - 30 \text{ mm}$).
- c) Mikropori ($< 30 \mu\text{m}$).

Sedangkan menurut Greenland 1977, berdasarkan pengaruh terhadap air dibagi menjadi 5 kelas, yaitu:

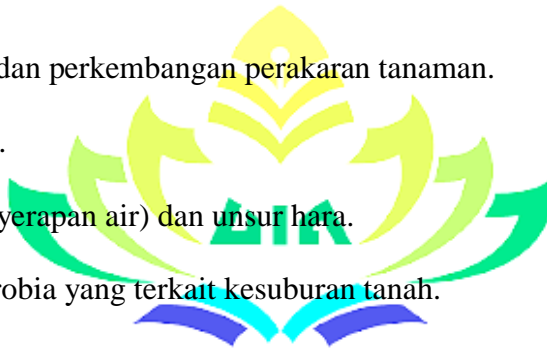
- a) Pori pengikat jika berdiameter $< 0,005 \mu\text{m}$.

- b) Pori residual ($0,005 - 0,1 \mu m$.)
- c) Pori penyimpan ($0,1 - 50 \mu m$.)
- d) Pori transmisi ($50 - 500 \mu m$).
- e) Celah ($>500 \mu m$).⁵³

6) Aerasi Tanah

Aerasi tanah merupakan istilah yang mengidentifikasikan kondisi tata-udara (keluar – masuknya udara) dalam tanah. Menurut Baveer, tanah beraerasi buruk akan terjadi penghambatan pertumbuhan dan produksi tanaman akibat tertekannya:

- a) Pertumbuhan dan perkembangan perakaran tanaman.
- b) Respirasi akar.
- c) Absorpsi (penyerapan air) dan unsur hara.
- d) Aktivitas mikrobial yang terkait kesuburan tanah.



7) Temperatur Tanah

Temperatur atau suhu adalah suatu sifat tanah yang sangat penting, secara langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan juga terhadap kelembapan, aerasi, struktur, aktivitas mikrobial, dan enzimatis, dekomposisi serasah/sisa tanaman dan ketersediaan hara-hara tanaman.

Temperatur tanah ditentukan oleh beberapa faktor-faktor eksternal (lingkungan) dan faktor internal tanah. Yang meliputi faktor eksternal (lingkungan), yaitu radiasi solar, radiasi dari langit, konduksi panas, kondensasi,

⁵³ *Ibid*, h. 79.

evaporasi, curah hujan, insulasi dan vegetasi. Sedangkan faktor internal meliputi kapasitas termal, konduktivitas, aktivitas biologis menghasilkan panas, radiasi dari tanah ke atmosfer yang terjadi secara kontinyu, struktur dan garam-garam terlarut.

8) Warna Tanah

Warna merupakan salah satu sifat fisik tanah yang lebih banyak digunakan untuk pendeskripsian karakter tanah, karena tidak mempunyai efek langsung terhadap tanaman, tetapi secara tidak langsung berpengaruh lewat dampaknya terhadap temperatur dan kelembapan tanah.

Warna tanah dapat meliputi putih, merah, coklat, kelabu, kuning dan hitam, kadangkala dapat pula kebiruan atau kehijauan. Kebanyakan tanah memiliki warna yang tak murni tetapi campuran kelabu, coklat dan bercak (*rust*), kerap kali 2 – 3 warna terjadi dalam bentuk spot-spot disebut karatan (*mottling*).

Dalam pengklasifikasian warna tanah, metode yang telah dikenal luas oleh banyak spesialis tanah adalah “Sistem Munsell”, yang membedakan warna tanah secara langsung dengan bantuan kolom-kolom warna standar. Warna ini dibedakan berdasarkan tiga faktor basal (*basic*) berupa komponen warna, yaitu *hue*, *value* dan *chroma* yang mendasari penyusunan variasi warna pada kartu Munsell yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Kartu Munsell

- a) *Hue* adalah identitas sebuah warna yang merujuk pada spektral atau kualitas warna yang dominan, yang merupakan pembeda antara merah dari kuning dan lainnya.
- b) *Value* atau *brilliance* adalah nilai tingkat kecerahan warna yang mengekspresikan variasi berkas sinar yang terjadi, jika dibandingkan warna putih absolut.
- c) *Chroma* (intensitas warna) adalah gradasi kemurnian warna dari warna, atau derajat pembeda adanya perubahan warna dari kelabu atau putih netral (skala 0) ke warna lainnya (skala 19).⁵⁴

b. Kimia Tanah

Sifat kimia tanah menggambarkan karakteristik bahan kimia tanah dalam lingkungan yang sangat penting untuk memprediksi fungsi tanah dari sudut

⁵⁴ *Ibid*, h. 94-97.

pandang kelarutan dan ketersediaan unsur dalam tanah. Proses kimia tanah merupakan semua proses reaksi kimia yang dapat meningkatkan atau menurunkan tingkat ketersediaan unsur hara tanaman disatu pihak dan toksisitas/kontaminan di pihak lain. Reaksi-reaksi ini meliputi absorpsi/ desorpsi, pengendapan, polimerisasi, pelapukan, kompleksasi dan oksidasi/reduksi. Sifat-sifat kimia tanah ini meliputi:

a) Bahan Organik Tanah

Bahan organik merupakan bahan-bahan yang dapat diperbaharui, didaur ulang, dan dirombak oleh bakteri-bakteri tanah, sehingga menjadi unsur yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Keberadaan bahan organik dalam tanah tidak mencemari tanah dan air.

Tumbuhan yang telah mati merupakan sumber utama bahan organik dalam tanah. unsur karbon menjadi penyusun utama bahan organik dalam tanah (setelah air). Unsur karbon ini berada dalam bentuk senyawa-senyawa polisakarida seperti selulosa, hemiselulosa, pati, serta bahan-bahan pektin dan lignin. Selain itu, nitrogen merupakan unsur yang banyak terakumulasi dalam bahan organik. Unsur tersebut dibutuhkan oleh sel mikroba untuk merombak bahan-bahan organik dalam tanah. dalam keadaan basah, bahan organik terdiri atas 75% air dan sisanya merupakan karbon, oksigen, hidrogen, nitrogen, dan elemen-elemen mineral lainnya. Dalam keadaan kering, bahan organik terdiri atas 90% karbon dan sisanya merupakan oksigen, hidrogen, dan elemen-elemen mineral lain yang berperan penting sebagai unsur hara tanaman.

Secara umum, bahan organik dibedakan menjadi dua macam. Pertama, bahan organik yang sulit dikomposisikan karena tersusun oleh sejumlah senyawa siklik, termasuk senyawa lignin, minyak, lemak, dan resin. Senyawa kimia ini berasal dari senyawa jaringan tumbuhan yang memiliki sifat sulit diputuskan atau dirombak menjadi senyawa yang lebih sederhana. Kedua, bahan organik yang mudah didekomposisi karena disusun oleh senyawa sederhana terdiri atas karbon, oksigen, dan hidrogen, termasuk selulosa, pati, gula dan protein.

b) pH Tanah

Sifat keasaman, kebasaan atau alkalinitas tanah dinyatakan dengan nilai pH. pH menunjukkan jumlah konsentrasi ion hidrogen (H^+) dalam tanah. Semakin tinggi kadar ion H^+ dalam tanah, tanah semakin asam. Selain itu, pH tanah dapat menurun drastis karena banyak menyerap ion Al dan H .

Dalam tanah juga terdapat ion OH^- yang jumlahnya berbanding terbalik dengan ion H^+ . Tanah-tanah yang bersifat basa memiliki ion OH^- lebih banyak dibandingkan dengan ion H^+ . Ketika jumlah kedua ion tersebut seimbang, tanah bersifat netral. Selain itu, pH tanah dapat meningkat drastis apabila menyerap sejumlah ion, seperti Na , K , Ca , dan Mg . Nilai pH tanah antara 0-14. Dikatakan netral apabila $pH=7$, pH kurang dari 7 disebut asam, sedangkan pH lebih dari 7 disebut basa/ alkalis. Pada umumnya pH tanah antara 3-9.

Kecepatan pertumbuhan berbagai jenis tanah juga ditentukan oleh pH tanah. Apabila pH tanah tidak normal, tanaman kekurangan sejumlah unsur hara tanah. Pada tanah yang terlalu asam terdapat unsur-unsur beracun seperti Al yang mengikat fosfor, sehingga fosfor tidak dapat diserap tanaman. Tanah yang terlalu

basa mengandung banyak unsur racun seperti Na. Tanah kaya unsur hara memiliki pH tanah 6-7.

Kondisi pH juga memengaruhi perkembangan mikroorganisme dalam tanah. Jamur dan bakteri pengurai bahan organik tumbuh dengan baik pada pH 5,5-7. Bakteri azotobacter (*A. Chroococcum*) yang berguna bagi akar tanaman hanya dapat hidup pada suasana tanah netral hingga basa. Mikroorganisme yang dapat hidup pada tanah asam ialah mikoriza. Mikoriza adalah jamur pelarut fosfor organik menjadi fosfor anorganik yang diperlukan tumbuhan.

c) Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Kapasitas tukar kation merupakan jumlah total kation yang dapat dipertukarkan pada permukaan koloid bermuatan positif, seperti Ca^+ , Mg^+ , K^+ , NH_4^+ , Na^+ , H^+ , dan Al_3^+ . Di dalam tanah kation-kation tersebut terlarut air dan terjerat koloid-koloid tanah pada pH tertentu. Jumlah kation yang dapat dijerat oleh tanah per satuan berat tanah inilah yang dinamakan kapasitas tukar kation. Kation-kation yang telah terjerat oleh koloid sulit tercuci oleh air, tetapi dapat digantikan oleh kation lain dalam tanah.

Berdasarkan jenis permukaan koloid yang bermuatan negatif, kapasitas tukar kation dapat dikelompokkan menjadi:

a) KTK Koloid Anorganik (KTK Liat)

KTK liat adalah jumlah kation yang dapat dipertukarkan pada permukaan koloid anorganik yang bermuatan negatif. Nilai KTK liat berdasarkan jenisnya antara lain adalah liat kaolinit (3-5 meq/100 gram), liat lilit dan liat klorit (10-40

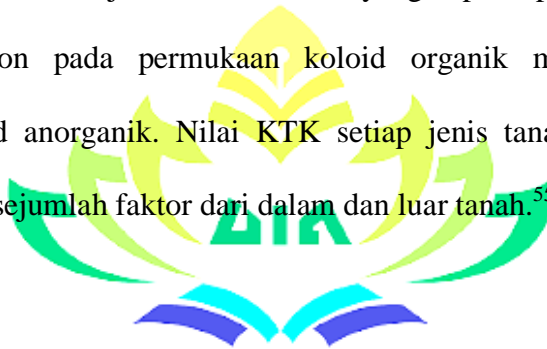
meq/100 gram), liat montmorillonite (80-150 meq/100 gram), serta liat vermiculit (100-150 meq/100 gram).

b) KTK Koloid Organik

KTK koloid organik adalah jumlah kation yang dapat dipertukarkan pada permukaan koloid organik yang bermuatan negatif. Nilai KTK koloid organik lebih tinggi dibandingkan dengan nilai KTK koloid anorganik. Nilai KTK koloid organik antara 200-300 meq/100 gram.

c) KTK Total atau KTK Tanah

KTK tanah adalah jumlah total kation yang dapat dipertukarkan dari suatu tanah, baik kation pada permukaan koloid organik maupun kation pada permukaan koloid anorganik. Nilai KTK setiap jenis tanah bervariasi, karena dipengaruhi oleh sejumlah faktor dari dalam dan luar tanah.⁵⁵



3. Hubungan Kesuburan Tanah Fisika dan Kimia

Kesuburan tanah adalah kemampuan tanah untuk menyediakan unsur hara dalam jumlah yang cukup dan dalam bentuk yang tersedia. Namun, karena kandungan unsur hara dan respon tanaman merupakan interaksi dari komponen kimia tanah serta kondisi tanah yang mempengaruhi ketersediaan dan serapan unsur hara, maka sifat fisika, sifat kimia, serta sifat biologi tanah semuanya memiliki peranan penting terhadap kesuburan tanah.⁵⁶

⁵⁵ Eka Susi Sulistyowati, *Op. Cit.* h. 43-53.

⁵⁶ Eko Hadayanto, Nurul Muddarisna, dan Amirullah Fiqri, *Loc. Cit.* h. 2.

Kondisi fisika tanah berpengaruh besar pada kesuburan tanah. Tanah dengan kondisi fisika yang baik memiliki kapasitas memegang air yang baik. Jika tidak ada sirkulasi udara dan air yang baik di dalam tanah, maka tanah tersebut tidak cocok untuk pertumbuhan tanaman. Selain itu, tekstur dan struktur tanah juga mempengaruhi kesuburan tanah. Tanah dengan partikel yang besar memiliki ruang antar pori yang lebih besar. Pada tanah seperti ini, air bergerak turun dengan sangat cepat ke lapisan bawah tanah, contohnya tanah berpasir. Sedangkan pada tanah dengan partikel yang kecil seperti debu atau liat, memiliki kapasitas menahan air yang lebih baik, sehingga sangat subur.

4. Kekurangan/Kelebihan

Kekurangan dan kelebihan unsur hara dapat merugikan pertumbuhan tanaman. Gejala demikian terlihat pada tanah-tanah dengan pH yang ekstrem. Gejala ini dapat dicegah dengan mengubah pH ke arah optimum. Contohnya dengan pemberian kapur, pemberian belerang, dan pemberian drainase.⁵⁷ Sedangkan jika unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman kurang dari jumlah yang dibutuhkan, maka tanaman akan terganggu metabolismenya yang secara kasat mata dapat dilihat dari penyimpangan-penyimpangan pada tumbuhan. Gejala dari kurangnya unsur hara ini dapat terlihat dari pertumbuhan daun, batang dan akar yang terlihat kerdil dan klorosis atau nekrosis pada berbagai organ tanaman.⁵⁸ Berikut merupakan pedoman untuk mengidentifikasi jenis unsur yang berada dalam kondisi kekurangan pada tanaman disajikan pada Tabel 8.

⁵⁷ Bernardius T dan Wahyu Wiryana, *Bertanam Tomat* (Jakarta: PT AgroMedia Pustaka, 2002). h. 213.

⁵⁸ Benyamin Lakitan, *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan* (Jakarta: Rajawali Pres, 2015). h. 70.

Tabel 8 Pedoman Umum untuk Mengidentifikasi Jenis Unsur yang Berada dalam Kondisi Kekurangan pada Tanaman

Gejala	Unsur yang kurang
Terlihat pada daun tua	
1. Merata pada seluruh daun tua	
a. Tajuk berwarna hijau terang, daun tua menguning, mengering, menjadi berwarna coklat muda.	Nitrogen
b. Tajuk berwarna hijau gelap, sering membentuk warna merah atau ungu.	Fosfor
2. Tidak merata pada daun-daun tua	
a. Daun mengalami klorosis, warna daun kadang memerah, ujung dan tepi daun menggulung.	Magnesium
b. Daun mengalami klorosis, terdapat bercak jaringan mati.	
1) Bercak berukuran kecil, biasanya pada bagian ujung, tepi dan jaringan antara tulang daun.	Kalium
2) Bercak tersebar meluas, bercak tidak hanya pada jaringan antara tulang daun, tetapi juga pada tulang daun primer dan sekunder.	Seng
Terdapat pada daun muda	
1. Tunas pucuk (terminal) mati, yang diikuti oleh distorsi pada ujung atau pangkal daun muda.	
a. Daun muda pada titik tumbuh melengkung yang kemudian mengering pada bagian ujungnya.	Kalsium
b. Daun muda pada titik tumbuh menjadi berwarna pucat terang pada bagian pangkalnya, kemudian daun terpilih.	Boron
2. Tunas pucuk tetap hidup, tetapi daun muda menjadi layu atau mengalami klorosis.	
a. Daun muda menjadi layu tetapi tidak mengalami klorosis.	Tembaga
b. Daun muda tidak layu, tetapi mengalami klorosis, dengan atau tanpa bercak jaringan mati.	
1) Bercak tersebar merata pada daun muda, tetapi tulang daun terkecil tetap hijau.	Mangan
2) Tidak terdapat bercak, tulang daun dan jaringan antara tulang daun berwarna hijau muda.	Belerang
3) Tidak terdapat bercak, tulang daun tetap hijau, sedangkan bagian daun lain mengalami klorosis.	Besi

C. Tanaman Sawi

1. Pengertian

Sawi merupakan tanaman yang populer dalam masyarakat di Indonesia.

Sawi dapat menjadi lalapan dan dapat juga diolah. Olahan sawi ini biasanya

berupa tumisan, capcay, sayur sop dan sebagainya bahkan sawi juga menjadi bahan utama sayuran pada makanan khas Indonesia, yaitu mie ayam. Jumlah penduduk Indonesia yang semakin bertambah, serta meningkatnya kesadaran akan kebutuhan gizi menyebabkan peningkatan kebutuhan sayuran. Selain itu, tanaman sawi ini sangat mudah di tanam baik ditanam pada dataran rendah maupun pada dataran tinggi. Namun, tanaman sawi ini akan lebih cocok jika di tanam pada dataran tinggi dengan ketinggian 5-1200 meter di atas permukaan air laut.

Dalam Al-Qur'an surat Al-Baqarah ayat 265 Allah berfirman:

وَمَثَلُ الَّذِينَ يُنْفِقُونَ أَمْوَالَهُمْ ابْتِغَاءَ مَرْضَاتِ اللَّهِ وَتَثْبِيتًا مِّنْ أَنفُسِهِمْ
كَمَثَلِ جَنَّةٍ بِرَبْوَةٍ أَصَابَهَا وَابِلٌ فَآتَتْ أُكُلَهَا ضِعْفَيْنِ فَإِن لَّمْ يُصِبْهَا
وَابِلٌ فَطُلَّ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ بَصِيرٌ ۚ ٢٦٥

Artinya: “Dan perumpamaan orang-orang yang membelanjakan hartanya karena mencari keridhaan Allah dan untuk keteguhan jiwa mereka, seperti sebuah kebun yang terletak di dataran tinggi yang disiram oleh hujan lebat, maka kebun itu menghasilkan buahnya dua kali lipat. Jika hujan lebat tidak menyiraminya, maka hujan gerimis (pun memadai). Dan Allah Maha Melihat apa yang kamu perbuat”. (QS. Al-Baqarah : 265).⁵⁹

Sawi (*Brassica Juncea*) merupakan jenis sayuran yang digemari oleh masyarakat Indonesia. Konsumennya mulai dari golongan masyarakat kelas bawah hingga golongan masyarakat kelas atas. Sawi merupakan jenis sayuran yang mempunyai nilai komersial dan proses yang cukup baik. Selain itu, budidaya tanaman sawi juga tidak terlalu sulit.

Dalam 100 gram bagian sawi yang biasa dimakan, baik diolah maupun sebagai lalapan ternyata mengandung beragam zat makanan yang esensial bagi

⁵⁹ Departemen Agama RI.

kesehatan tubuh.⁶⁰ Berikut kandungan dan komposisi gizi sawi tiap 100 gram bahan disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9 Kandungan dan Komposisi Gizi Sawi Tiap 100 gram Bahan

Kandungan dan Komposisi Gizi	Sawi	
	(1)	(2)
Energi (Kal)	21.0	22.0
Protein (gr)	1.8	2.3
Lemak (gr)	0.3	0.3
Karbohidrat (gr)	3.9	4.0
Serat (gr)	0.7	-
Abu (gr)	0.9	-
Fosfor (mg)	33.0	38.0
Zat Besi (mg)	4.4	2.9
Natrium (mg)	20.0	-
Kalium (mg)	323.0	220.0
Vitamin A (S.I)	3.600.0	6460.0
Thiamine (mg)	0.1	0.1
Riboflavin (mg)	0.1	-
Niacin (mg)	1.0	-
Vitamin C (mg)	74.0	102.0
Air (gr)	-	92.2
Kalsium (mg)	147.0	220.0

Tanaman sawi diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi : SpermatopHta
 Subdivisi : Angiospermae
 Class : Dicotyledoae
 Ordo : Rhoeadales (Brassicales)
 Family : Cruciferae (Brassicaceae)



⁶⁰ Rahmat Rukmana, *Bertanam Petsai dan Sawi* (Yogyakarta: Kanisius, 1994). h. 14.

Genus : *Brassica*
Spesies : *Brassica Sativa*

Gambar 3 Tanaman Sawi

2. Macam-Macam Sawi

Ada tiga jenis sawi yang umum dikenal oleh kaum ibu-ibu, yaitu:

a. Sawi hijau (*Caisin*)

Sawi hijau atau yang biasa disebut caisin atau caisim biasanya digunakan pada makanan khas Indonesia, yaitu bakso dan mie ayam. Daun sawi ini berbentuk lebar, berwarna hijau tua dan memiliki tangkai yang pipih. Sawi hijau ini memiliki rasa yang agak sedikit pahit, sehingga kurang disukai anak-anak. Tetapi, sawi ini sangat digemari oleh para konsumen.⁶¹



Gambar 4 Sawi Hijau

b. Sawi sendok (*Pak choy*)

Sawi sendok atau yang sering disebut pak choy atau bok choy merupakan jenis sawi yang memiliki daun berbentuk oval melebar seperti sendok dan berwarna hijau tua. Sawi sendok ini pun masih banyak jenisnya, misalnya *pak choy*, pagoda dan *bok choy*. Sawi sendok ini biasanya dipanen saat berusia masih muda, sehingga saat diolah sawi ini akan lebih cepat dari pada sawi hijau.

⁶¹ Aniatul H, *Panduan Lengkap dan Praktis Budidaya Sayuran yang Paling Menguntungkan* (Jakarta: Garuda Pustaka, 2018). h. 40.



Pak Choy



Pagoda



Buk Choy

Gambar 5 Jenis-Jenis Sawi Sendok

3) Sawi putih (*Petsai*)

Sawi putih merupakan sawi yang populer dalam kuliner Cina seperti capcay, sehingga sawi ini juga dikenal dengan sawi Cina. Disebut sawi putih, karena sawi ini memiliki daun yang berwarna kuning pucat dan tangkai daun berwarna putih.⁶²

⁶² Norbertus Kaleka dan Retno Suryani, *Vertikultur* (Yogyakarta: Pustaka Baru, 2019). h. 168-169.



Gambar 6 Sawi Putih

3. Manfaat Tanaman Sawi

Sawi selain rasanya enak juga memiliki kandungan gizi cukup tinggi, mengandung Vitamin A, B dan C serta bahan-bahan mineral lainnya yang berguna bagi pertumbuhan badan dan kesehatan. Sawi dipercaya dapat menghilangkan rasa gatal di tenggorokan pada penderita batuk. Sawi juga memiliki fungsi menghilangkan sakit kepala, bekerja sebagai bahan pembersih darah dan membantu memperbaiki fungsi kerja ginjal, sehingga penderita penyakit ginjal dianjurkan untuk mengonsumsi sawi.⁶³

4. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Sawi

Pertumbuhan adalah bertambahnya ukuran. Ada dua bentuk pengukuran yang sering digunakan untuk mengukur pertambahan volume dan massa. Pertambahan volume atau ukuran sering ditentukan dengan cara mengukur tinggi batang, diameter batang dan luas daun. Sedangkan pertambahan massa sering

⁶³ Eko Haryanto, dkk, *Sawi dan Selada* (Jakarta: Penebar Swadaya, 2007). h. 6-7.

ditentukan dengan cara memanen seluruh tumbuhan dan menimbanginya dengan cepat, agar air tidak banyak menguap dari tanaman tersebut.⁶⁴

Faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, secara luas dapat digolongkan menjadi dua, yaitu faktor eksternal (lingkungan) dan faktor internal (genetik).

a. Faktor Eksternal

1) Suhu

Penyebaran energi matahari di permukaan bumi tidak merata. Sehingga pengaruh suhu terhadap tanaman dapat dilihat dari penyebaran bioma. Di daerah kutub yang merupakan daerah yang paling kurang mendapat sinar matahari, tumbuhannya membentuk vegetasi yang dikenal dengan gundra.⁶⁵ Pengaruh suhu sangat besar terhadap tanaman, yaitu terhadap pertumbuhan tanaman. Ketika suhu tinggi, benih-benih tanaman akan mengadakan metabolisme lebih cepat, akibatnya apabila benih-benih dibiarkan pada temperatur tinggi, maka daya kecambahnya akan berkurang.⁶⁶ Pada tanaman sawi dapat tumbuh baik mulai dari ketinggian 5-1200 mdpl (ideal 100-500 mdpl). Kondisi iklim pada tanaman sawi ini adalah daerah yang bersuhu 16-30°C, kelembapan 80-90%, pH 6-7, serta intensitas matahari 10-12 jam per hari.⁶⁷

2) Air

⁶⁴ Frank Salisbury, *Op. Cit.* h. 2.

⁶⁵ Jenny RE Kaligius, *Buku Materi Pokok Biologi 1* (Jakarta: Karunia Jakarta Universitas Terbuka, 1986).h. 52.

⁶⁶ Kartasaputra Ance G, *Teknologi Benih* (Jakarta: Rineka Cipta, 1992).h. 26.

⁶⁷ Lifendi L dan Cahyo Saparinto, *Vertikultur Tanaman Sayur* (Jakarta: Penebar Swadaya, 2016). h. 25.

Air merupakan komponen lingkungan yang penting bagi kehidupan. Manusia, hewan dan tumbuhan tidak dapat terlepas dari kebutuhan akan air. Air merupakan kebutuhan utama bagi proses kehidupan di Bumi. Sel-sel jaringan tanpa kayu, air berfungsi sebagai pengokoh oleh tekanan turgor yang berlangsung. Selain itu, air juga berfungsi sebagai zat pelarut bagi zat hara, sehingga air dengan mudah dapat ditransportasikan ke seluruh bagian tumbuhan, dimana zat itu dibutuhkan.⁶⁸ Pada tumbuhan tingkat tinggi ketersediaan air dapat membatasi laju fotosintesis. Salah satu bahan baku fotosintesis adalah air, dari seluruh air yang diserap tanaman hanya 5% bagian air saja yang dimanfaatkan untuk fotosintesis.⁶⁹

Dalam Al-Qur'an surat An-Nahl ayat 10 Allah berfirman:

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ ۝ ١٠

Artinya: “Dialah, Yang telah menurunkan air hujan dari langit untuk kamu, sebahagiannya menjadi minuman dan sebahagiannya (menyuburkan) tumbuh-tumbuhan, yang pada (tempat tumbuhnya) kamu menggembalakan ternakmu”. (QS. An-Nahl: 10).

Berdasarkan kandungan ayat tersebut, Allah telah menjelaskan bahwa pentingnya air bagi kehidupan di bumi ini, baik bagi manusia, hewan maupun tumbuhan. Pada tumbuhan air dimanfaatkan sebagai proses fotosintesis, dimana pada proses fotosintesis banyak energi yang digunakan, sehingga kebutuhan akan air menjadi tinggi. Selain itu, air merupakan senyawa dalam pembentukan protoplasma.

3) Makanan atau Nutrisi

⁶⁸ Jenny RE Kaligius, *Op. Cit.* h. 56.

⁶⁹ Benyamin Lakitan, *Op. Cit.* h. 158.

Semakin tinggi ketersediaan hara tanaman dalam tanah, kemungkinan besar produksi tanaman tinggi, apabila faktor lain juga mendukung.⁷⁰

4) Cahaya

Tumbuhan dapat berfotosintesis dengan bantuan cahaya dalam rangka memproduksi makanan dan kelangsungan hidupnya. Namun, cahaya juga dapat menghambat pertumbuhan, karena hormon auksin yang terdapat pada pucuk tumbuhan. Untuk menghasilkan pertumbuhan yang lebih cepat dan perkembangannya lebih baik pada tanaman yang dibudidayakan, maka dilakukan pengaturan cahaya pada tumbuhan. Pada tengah hari, yaitu pada saat intensitas cahaya mencapai puncaknya, maka fiksasi CO₂ maksimum terjadi. Faktor lain yang dapat mengurangi laju fotosintesis adalah penutupan cahaya matahari oleh awan.⁷¹ Lamanya penyinaran juga dapat mempengaruhi makhluk hidup. Peristiwa etiolasi merupakan peristiwa dimana bila tidak adanya cahaya matahari sama sekali, sehingga pertumbuhan tanaman sangat cepat, tetapi batangnya tinggi kurus dan daunnya berwarna kekuning-kuningan.⁷² Pada tanaman sawi membutuhkan intensitas matahari 10-12 jam per hari.

b. Faktor Internal

Ada dua faktor yang mempengaruhi faktor internal yang mempengaruhi tanaman, yaitu:

1) Hormon

Hormon adalah zat yang berfungsi untuk mengendalikan berbagai fungsi di dalam tubuh. Hormon pada tumbuhan merupakan senyawa organik yang

⁷⁰ Afandie Rosmarka dan Nasih Widya Yuwono, *Op. Cit.* h. 194.

⁷¹ Benyamin Lakitan, *Op. Cit.* h. 160.

⁷² Jenny RE Kaligius, *Op. Cit.* h. 55.

disintesis di salah satu bagian tumbuhan, sehingga dapat dipindahkan ke bagian lain, dan pada konsentrasi yang sangat rendah maupun menimbulkan suatu respon fisiologis. Adapun hormon yang terdapat pada tumbuhan, yaitu hormon etilen, sitokinin, auksin, giberelin dan asam absisat.⁷³

2) Gen

Gen merupakan substansi atau materi pembawa yang ditunjukkan dari induk. Gen dapat mempengaruhi sifat dan ciri makhluk hidup seperti bentuk tubuh, rasa buah, warna kulit dan sebagainya.

D. Kerangka Berpikir

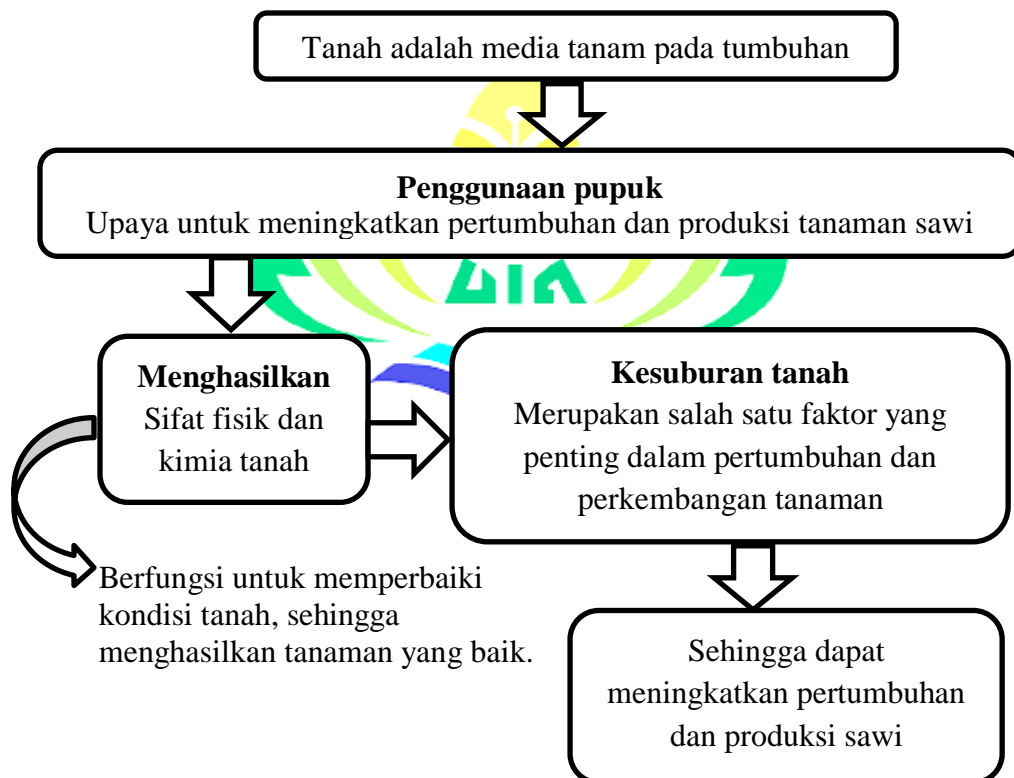
Tanah merupakan media tanam bagi tumbuhan. Tanah menjadi faktor penting dalam pertanian. Sehingga kesuburan tanah sangat diperlukan tanaman untuk tumbuh dan berkembang, agar menghasilkan tanaman yang baik. Berbagai tanaman sayur buah maupun sayur daun banyak di tanam di lahan pertanian, diantaranya adalah sawi.

Tanaman sawi merupakan salah satu tanaman yang banyak digemari masyarakat Indonesia. Upaya untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi, maka harus terpenuhi kandungan unsur hara pada tanaman sawi. Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman adalah kesuburan tanah. Untuk memperbaiki kesuburan tanah ini, maka harus diperbaiki sifat fisika. Sehingga dengan diperbaikinya sifat fisik tanah, maka secara tidak langsung akan memperbaiki sifat kimia dan biologi tanah. Dengan diperbaiki sifat tanah, maka

⁷³ Frank Salisbury, *Op. Cit.* h. 33.

akan memberikan dampak bagi kualitas pertumbuhan sawi juga dapat meningkatkan nilai jual sawi, sehingga perekonomian petani juga meningkat.

Oleh karena itu, untuk menghasilkan sifat fisika dan kimia tanah yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi sawi digunakan pupuk, baik itu pupuk organik maupun pupuk anorganik. Pupuk ini dapat menghasilkan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Adapun kerangka berpikir ini dapat lebih jelas dilihat dari gambar berikut.



Gambar 7 Kerangka Berpiki

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Nurul dan Nur Azizah, *Teknologi Budidaya Tanaman Sayuran Secara Hidropinik* (Malang: Tim UB Press, 2018).
- AM, Kartina, Nueniek Hermita, dan Andi Apriany Fatmawaty, 'Perbandingan Sifat Kimia dan Kesuburan Fisika Tanah pada Kondisi Tempat Tumbuh Alami dan Budidaya Talas Beneng (*Xanthosoma Undipes K.Koch*) Di Kawasan Gunung Karang Kampung Juhut Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten', *Jurnal Agroekotek*, 2016.
- Apriastika, Putu Agus, Putu, I Made Sudana, dan I Made Sudarma, 'Hubungan Sifat Fisika dan Kimia Tanah dengan Persentase Penyakit Layu pada Tanaman Cengkeh (*Syzygium Aromaticum* L.) yang Disebabkan oleh Jamur Akar Putih (*Rigidoporus* Sp.) di Desa Unggahan, Kabupaten Buleleng', *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, Vol.4.No.1 (2015).
- Badan Pusat Statistik Lampung Barat Tahun 2010.
- Bande, La Ode Santiaji, dkk, 'Korelasi Sifat Fisik dan Kimia Tanah dengan Intensitas Penyakit Busuk Pangkal Batang Tanaman Lada', *Jurnal Littri*, Vol.22.No.2 (2016).
- Banuwa, Irwan Sukri, *Erosi*, Edisi Pertama (Jakarta: PT Fajar Interpretama Mandiri, 2013).
- Budiana, N S, *Memupuk Tanaman Hias* (Jakarta: Penerbit Swadaya, 2008).
- Delsiyanti, Danang Widjajanto, dan Ulfiyah A Rajamuddin, 'Sifat Fisika Tanah pada Beberapa Penggunaan Lahan di Desa Oloboju Kabupaten Sigi', *Jurnal Agrotekbis*, Vol.3.No.4 (2016).
- Dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah Pekon (RPJM-PEKON) Tahun 2016-2021.
- Erizilina, Exze, Prijanto Pamoengkas, dan Darwo, 'Hubungan Sifat Fisik dan Kimia Tanah dengan Pertumbuhan Meranti Merah di KHDTK Haurbentes', *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, Vol.8.No.2 (2018).
- G, Kartasaputra Ance, *Teknologi Benih* (Jakarta: Rineka Cipta, 1992).
- H, Aniatul, *Panduan Lengkap dan Praktis Budidaya Sayuran yang Paling Menguntungkan* (Jakarta: Garuda Pustaka, 2018).

Hadayanto, Eko, Nurul Muddarisna, dan Amirullah Fiqri, *Pengelolaan Kesuburan Tanah* (Malang: Tim UB Press, 2017).

Hanafiah, Kemas Ali, *Dasar-Dasar Ilmu Tanah* (Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2014).

Haryanto, Eko, Tina Suhartini, Estu Rahayu, dan Hendro Sunarjono, *Sawi dan Selada* (Jakarta: Penebar Swadaya, 2007).

Holilullah, Afandi, dan Hery Novpriansyah, 'Karakteristik Sifat Fisik Tanah pada Lahan Produksi Rendah dan Tinggi di PT *Great Giant Pineapple*', *Jurnal Agroteknologi*, Vol.3.No.2 (2015).

Istarofah, Zuchrotus Salamah, 'Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea L.*) dengan Pemberian Kompos Berbahan Dasar Daun Pitan (*Thitonia Diversifolia*)', *Jurnal Bio-site* Vol.03 No.1 (2017).

Jakni, *Metodologi Penelitian Eksperimen Bidang Pendidikan* (Bandung: Alfabeta, 2016).

K, Fathnur Sani, *Metodologi Penelitian Farmasi dan Eksperimental* (Yogyakarta: Deepublish, 2018).

Kaleka, Norbertus, dan Retno Suryani, *Vertikultur* (Yogyakarta: Pustaka Baru, 2019).

Kaligius, Jenny RE, *Buku Materi Pokok Biologi 1* (Jakarta: Karunia Jakarta Univesitas Terbuka, 1986).

Kusuma, Cahya Alam, Kurniawan Sigit Wicaksono, Budi Prasetya, 'Perbaikan Sifat Fisik dan Kimia Tanah Lempung Berpasir Melalui Aplikasi Bakteri *Lactobacillus Fermentum*', *Jurnal Tanah dan Sumber Daya Lahan* Vol.3 No.2 (2016).

L Lifendi dan Cahyo Saparinto, *Vertikultur Tanaman Sayur* (Jakarta: Penebar Swadaya, 2016).

Lakitan, Benyamin, *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan* (Jakarta: Rajawali Pres, 2011).

Lakitan, Benyamin, *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan* (Jakarta: Rajawali Pres, 2015).

Lubis, Vidiya Novelin, Abdul Rauf, dan Bintang, 'Karakteristik Fisika Tanah pada Beberapa Tegakan di Subdas Petani Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara', *Jurnal Agroekoteknologi*, Vol.4.No.3 (2016).

- Matondang, Daniel, T Sabrina, dan Hardy Guchi, 'Evaluasi Sifat Biologi Tanah Tanaman Kopi Arabica Plants Areas (*Coffea Arabica L.*) Kecamatan di Kabupaten Mandailing Natal', *Jurnal Agroekoteknologi*, Vol.3.No.4 (2015).
- N, Sumarni, R Rosliana, dan A S Duriat, 'Pengelolaan Fisika, Kimia dan Biologi Tanah untuk Meningkatkan Kesuburan Lahan dan Hasi Cabai Merah', *Jurnal Hort*, 2010.
- Nugroho, Panji, *Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair* (Jakarta: Pustaka Baru, 2012).
- Nuryenti, Ismi, Siti Masreah Bernas dan Dwi Probowati Sulistiyani, "Aplikasi Pupuk Organik Cair pada Tanaman Caisim (*Brassica Chinensis L*) dan Selada (*Lactuca Sativa L*) di Ultisol Lapisan Bawah", *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal* (2016).
- Nuryenti, Ismi, Siti Masreah Bernas, Dwi Probowati Sulistiyani, 'Aplikasi Pupuk Organik pada Tanaman Caisim (*Brassica Juncea*) dan Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L.*) di Ultisol Lapisan Bawah', *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal* (2016).
- Prihmantoro, Heru, *Memupuk Tanaman Sayur* (Jakarta : Penebar Swadaya, 2007).
- Purnawanto, Arie W. dan Endang Semiarti, *Pesona Kecantikan Anggrek Vanda* (Yogyakarta: K Kanisius, 2009).
- Putri, Apriyani Eka, "Pengaruh Metode Elektrolisis Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Hidroponik Kangkung". (Skripsi Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung), 2017.
- Rahmi, Abdul, dan Maya Preva Biantary, 'Karakteristik Sifat Kimia Tanah dan Status Kesuburan Tanah Lahan Pekarangan dan Lahan Usaha Tani Beberapa Kampung di Kabupaten Kutai Barat', *Jurnal Pertanian*, Vol.39.No.1 (2014).
- Rosmarka, Afandie, dan Nasih Widya Yuwono, *Ilmu Kesuburan Tanah* (Yogyakarta: PT Kanisius, 2002).
- Rukmana, Rahmat, *Bertanam Petsai dan Sawi* (Yogyakarta: Kanisius, 1994).
- Salisbury, Frank, *Fisiologi Tumbuhan* (Bandung: Penerbit ITB, 1995).
- Seryaningrum, Hesti Dwi dan Cahyo Saparinto, *Jahe* (Jakarta : Penebar Swadaya, 2013).
- Situmorang, Manihar, *Kimia Lingkungan* (Depok: Rajawali Pers, 2017).

Sondakh, Tommy D, Doortje M.F.Sumampow, dan Maria G.M.Polii, 'Perbaikan Sifat Fisik dan Kimia Tailing Melalui Pemberian Amelioran Berbasis Bahan Organik', *Jurnal Euginia*, Vol.23.No.3 (2017).

Sri Pujiastuti. Y, T. D. Haryo Tamtomo, dan N. Suparno, *IPS Terpadu IA untuk SMP dan MTS Kelas VII Semester 1* (Jakarta: Esis, 2007).

Sudarwanti, Herni, Muhammad Halim Natsir, dan V.M Ani Nurgiartiningsih, *Statistik dan Rancangan Percobaan Penerapan dalam Bidang Pertanian* (Malang: UB Press, 2019)

Sulistyaningrum, Dina, Liliyana Dewi Susanawati, dan Bambang Suhartono, 'Pengaruh Karakteristik Fisika Kimia Tanah Terhadap Nilai Indeks Erodibilitas Tanah dan Upaya Konservasi Lahan', *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 2014.

Sulistyowati, Eka Susi, *Ensiklopedia Geografi Tanah* (Klaten: Cempaka Putih, 2014).

Supardi, *Statistik Penelitian Pendidikan* (Depok: Rajawali Pers, 2017).

Sutarman, E, *Konsep Aplikasi Mekanika Tanah* (Yogyakarta: CV Andi Offset, 2013).

Suwahyono, Untung, *Petunjuk Praktis Penggunaan Pupuk Organik Secara Efektif dan Efisien* (Jakarta : Penebar Swadaya, 2011).

Syamsiah, Melissa dan Acep Badar Bariman, " Respon Perumbuhan dan Produksi Tanaman Caisim (*Brassica Chinensis* L) Terhadap Waktu Aplikasi Mol (Mikroorganisme Lokal) dari Keong Emas (*Pomacea Canaliculata*)", *Jurnal Agroscience*, Vol. 7 (2014).

T, Bernardius, dan Wahyu Wiryana, *Bertanam Tomat* (Jakarta: PT AgroMedia Pustaka, 2002).

Tintondp, *Hidroponik Wick System Cara Paling Praktis Pasti Panen* (Jakarta Selatan : PT Agro Media Pustaka, 2015.)

Tjendapati, Charli, *Bertanam Sayuran Hidroponik organik dengan Nutrisi Alami* (Jakarta: PT Agro Media Pustaka, 2017).

Trianto, *Pengantar Penelitian Pendidikan Bagi Pengembangan Profesi Pendidikan dan Tenaga Kependidikan* (Jakarta: Prenada Media Group, 2011).

Utomo, Muhajir, dkk, *Ilmu Tanah Dasar-Dasar dan Pengelolaan* (Jakarta: PT Aditya Andrebina Agung, 2016).

Yuberti dan Antomi Saregar, *Penantar Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika dan Sains* (Bandar Lampung: CV Anugrah Utama Raharja, 2017).

